Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale

Allegato 23 – Studio di Impatto Luminoso

PREPARATA PER

Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

DATA
Settembre 2026

REFERIMENTO
0764977

INFORMAZIONI DOCUMENTO

TITOLO	**Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale**
SOTTOTITOLO	Allegato 23 – Studio di Impatto Luminoso
NUMERO DI PROGETTO	0764977
Data	Settembre 2026
Versione	Final
Autore	Agon – Roberto Marceddu
Cliente	Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

CRONOLOGIA REVISIONI

				APPROVAZIONE ERM		
VERSIONE	REVISIONE	AUTORE	RIVISTO DA	NOME	DATA	COMMENTI
Final	001	Agon Engineering S.r.l.	Chiara Samale	Marco Miori	Settembre 2026	

PAGINA DELLE FIRME

Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale

Allegato 23 – Studio di Impatto Luminoso

0764977

Marco Miori
Partner

Chiara Samale
Project Manager

Firmato digitalmente da:
VITTORIO MARIA RANDAZZO
Firmato il 11/09/2026 16:54
Seriale Certificato: 5396999578864607982
Valido dal 03/01/2025 al 03/01/2028
UANATACA Qualified eIDAS CA 2020

Jacopo Signorini
Project Director

Agon –Legale Rappresentante Vittorio Maria Randazzo
Agon - Legale Rappresentante Vincenzo Di Marco
Agon – Specialista: Roberto Marceddu
Main Contributor

ERM Italia S.p.A.
Via San Gregorio, 38
20124 Milano - Italia
Tel: +39 02 674401

© Copyright 2026 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved.
No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior written permission of ERM.

SOMMARIO

1. PREMESSA E IMPOSTAZIONE 8

1.1 Oggetto e finalità 8

1.2 Richieste di integrazione (MASE Cap. 8 e 11.b) 8

1.2.1 Richiesta MASE Cap. 8 — Inquinamento luminoso 8

1.2.2 Richiesta MASE Cap. 11.b — Biodiversità, ecosistemi 9

1.3 Rapporto con gli elaborati del SIA e perimetro dell'elaborato 10

1.3.1 Il progetto illuminotecnico: titolarità e ruolo del presente Studio 10

1.3.2 Esclusioni 11

1.4 Metodo, fonti e documentazione di riferimento 11

1.5 Riferimenti bibliografici e normativi utilizzati 12

1.5.1 Normativa comunitaria e nazionale 12

1.5.2 Normativa regionale 13

1.5.3 Linee guida istituzionali 13

1.5.4 Norme tecniche 14

1.5.5 Riferimenti tecnici internazionali 14

1.5.6 Letteratura scientifica 14

2. QUADRO NORMATIVO E CRITERI DI VALUTAZIONE ASSUNTI 17

2.1 Regime vigente in Regione Lombardia 17

2.2 Norme tecniche 17

2.3 Riferimenti internazionali 18

2.4 Linee guida per la componente ecologica 18

2.5 Quadro sinottico delle soglie assunte 19

3. IL PROGETTO ILLUMINOTECNICO DELLE AREE ESTERNE E DI MANOVRA 22

3.1 Consistenza dell'impianto di progetto 22

3.2 Apparecchi e sorgenti previsti 22

3.3 L'illuminazione di copertura 23

3.4 Requisiti prestazionali per area (UNI EN 12464-2) 24

3.5 Verifica di conformità dell'impianto di progetto 24

3.6 Criticità rilevate e proposte di adeguamento 25

4. CLASSIFICAZIONE DELL'AMBITO E SCENARI DI CALCOLO 27

4.1 Classificazione della zona ambientale (CIE 150:2017) 27

4.2 Stato attuale del cielo notturno e dei ricettori 28

4.3 Scenari di calcolo 29

5. QUANTIFICAZIONE DELL'EFFETTO DI SKYGLOW 31

5.1 Metodo 31

5.2 Componente diretta 32

5.3 Componente riflessa 33

5.4 Incremento di brillanza sul fondo esistente 34

5.5 Esito e criterio di significatività 35

6. ILLUMINAMENTO VERTICALE AI RECETTORI ABITATIVI 36

6.1 Individuazione e caratterizzazione dei ricettori 36

6.2 Metodo di calcolo (piani verticali per quota di piano e orientamento) 37

6.3 Verifica pre-curfew e post-curfew 38

6.4 Esito 38

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ABBAGLIAMENTO 40

7.1 Abbagliamento da apparecchi di illuminazione (notturno) 40

7.2 Abbagliamento da riflessione solare su superfici metalliche e vetrate (diurno) 40

7.3 Luminanza delle facciate illuminate 40

7.4 Inquinamento luminoso polarizzato 43

8. EFFETTI DELL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE NOTTURNA SULLA FAUNA 45

8.1 Meccanismi di impatto 45

8.1.1 Conseguenze sul criterio di valutazione adottato 49

8.2 Chirotteri 49

8.2.1 Gruppi funzionali e classificazione della risposta 50
8.2.2 Effetti per contesto funzionale 51
8.2.3 Risposta spettrale e regime temporale 53
8.2.4 Criteri progettuali assunti 54

8.3 Avifauna 55

8.3.1 Gruppi funzionali e classificazione della risposta 55
8.3.2 Effetti per contesto funzionale 56
8.3.3 Evidenza disponibile e sua natura 57
8.3.4 Risposta spettrale e regime temporale 59
8.3.5 Criteri progettuali assunti 59

8.4 Entomofauna 60

8.5 Individuazione dei ricettori biologici e delle aree sensibili 61

9. EFFETTI SULLE RETI ECOLOGICHE 63

9.1 Inquadramento nel sistema delle reti 63

9.2 Elementi di connessione potenzialmente interferiti 63

9.3 Interferenza dell'impianto con gli elementi di connessione 63

9.4 Indicatori quantitativi 66

10. MISURE DI MITIGAZIONE – Premessa metodologica 67

10.1 Gerarchia applicata 67

10.2 Misure di evitamento — progetto e layout 67

10.3 Misure sugli apparecchi 68

10.4 Misure di gestione temporale 69

10.5 Misure sull'edificio 69

10.6 Misure di schermatura 70

10.7 Misure di cantiere 70

10.8 Quadro integrato delle misure 70

10.9 Efficacia attesa: verifica post-mitigazione 73

11. SINTESI E CONCLUSIONI 74

11.1 Esito delle verifiche 74

Documentazione allegata 76

Pagina vuota

1. PREMESSA E IMPOSTAZIONE

1.1 OGGETTO E FINALITÀ

Il presente documento è stato predisposto in ottemperanza alle richieste di integrazione formulate dalle Autorità competenti nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., relativo al progetto "*Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)"* nel Comune di Settimo Milanese (MI), proposto da Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l. Il progetto era precedentemente indicato come "*Data Center ML10 e ML11*" e ha assunto l'attuale configurazione e denominazione a seguito di una modifica del layout progettuale oggetto del presente studio.

In particolare, il documento risponde alle richieste di documentazione integrativa formulate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) con nota del 15/05/2026, prot. n. 0104129, con specifico riferimento al "Capitolo 8 – Inquinamento luminoso" e "Capitolo 11.b – Biodiversità, ecosistemi" come riportato nei paragrafi successivi.

La presente relazione tecnica costituisce un'integrazione allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) già presentato per il progetto in esame e nasce dall'esigenza di approfondire alcuni aspetti specifici evidenziati dagli enti competenti nel corso dell'istruttoria. Il presente elaborato si inserisce in tale contesto con l'obiettivo di fornire una valutazione organica e metodologicamente strutturata degli impatti derivanti dall'illuminazione artificiale notturna e dell'efficacia delle misure mitigative previste, in coerenza con le richieste delle Autorità competenti, al fine di supportare la corretta analisi delle possibili interazioni con la biodiversità, le reti ecologiche e il contesto territoriale circostante.

1.2 RICHIESTE DI INTEGRAZIONE (MASE CAP. 8 E 11.B)

1.2.1 RICHIESTA MASE CAP. 8 — INQUINAMENTO LUMINOSO

L'osservazione è di seguito riportata integralmente:

«In riferimento alla componente radiazioni ottiche, si richiede un progetto illuminotecnico per le aree esterne e di manovra dei Data Center ML10 e ML11 presentando uno specifico Studio di Impatto Luminoso che valuti gli effetti dell'illuminazione artificiale notturna sulla fauna selvatica locale (es. avifauna, chirotteri) e sulle reti ecologiche circostanti, oltre a quantificare l'effetto di skyglow (alone luminoso) derivante dal cumulo dei poli ML10 e ML11. Si raccomanda l'utilizzo di apparecchi full cut-off (emissione nulla verso l'alto), temperatura colore calda (<3000 K) e sistemi di gestione temporale (sensori di presenza/dimming) per ridurre l'illuminazione nelle ore notturne non operative, in coerenza con le richieste già formulate per impianti analoghi nella zona. Nello studio verificare l'illuminamento verticale alle finestre dei recettori abitativi e valutare il rischio di abbagliamento (glare) derivante dalle eventuali superfici metalliche/vetrate dei building verso la viabilità e i corridoi ecologici.»

L'osservazione, formulata in un unico periodo, contiene sette richieste tecnicamente distinte, che presuppongono grandezze, metodi e riferimenti normativi differenti. Ai fini di un riscontro puntuale e verificabile esse vengono scomposte e trattate separatamente, secondo la corrispondenza riportata nella Tabella 1.

TABELLA 1. SCOMPOSIZIONE ANALITICA DELL'OSSERVAZIONE N. 83 NELLE SINGOLE RICHIESTE E CORRISPONDENZA CON I CAPITOLI DI RISCONTRO DEL PRESENTE STUDIO.

ID	Richiesta	§ di riscontro
Cap.8 – 1	Progetto illuminotecnico per le aree esterne e di manovra di ML10 e ML11	Cap. 3
Cap.8 – 2	Effetti dell'illuminazione artificiale notturna sulla fauna selvatica locale (avifauna, chirotteri)	Cap. 8
Cap.8 – 3	Effetti sulle reti ecologiche circostanti	Cap. 9
Cap.8 – 4	Quantificazione dell'effetto di skyglow derivante dal cumulo dei poli ML10 e ML11	Cap. 5
Cap.8 – 5	Apparecchi full cut-off, temperatura di colore < 3000 K, sistemi di gestione temporale, in coerenza con le richieste già formulate per impianti analoghi nella zona	§3.6 e Cap. 10
Cap.8 – 6	Verifica dell'illuminamento verticale alle finestre dei recettori abitativi	Cap. 6
Cap.8 – 7	Rischio di abbagliamento dalle superfici metalliche/vetrate degli edifici verso la viabilità e i corridoi ecologici	Cap. 7

Si segnala che la richiesta Cap.8 - 7 accosta due fenomeni fisicamente distinti — la riflessione solare diurna su superfici speculari e l'abbagliamento notturno prodotto dagli apparecchi di illuminazione — che vengono pertanto trattati separatamente ai §§ 7.1 e 7.2.

Inoltre, con riferimento alla richiesta Cap.8 - 4, si rileva sin d'ora che la quantificazione dello skyglow "derivante dal cumulo dei poli ML10 e ML11" è formulata sulla configurazione a due edifici previgente. Nella configurazione aggiornata a plesso unico il cumulo interno tra i due edifici viene meno; la valutazione dell'effetto è nondimeno condotta con invariato rigore metodologico, riferendola all'edificio unico e al contributo del comparto degli impianti limitrofi, secondo quanto sviluppato al § 4.3 e al Cap. 5 del presente documento.

1.2.2 RICHIESTA MASE CAP. 11.B — BIODIVERSITÀ, ECOSISTEMI

L'osservazione è di seguito riportata integralmente:

«Il Proponente nell'elaborato "Relazione Floro-faunistica_ML10-11_FINAL.pdf" ricorda che: "L'inquinamento luminoso (…). In Regione Lombardia la legge di riferimento è la L.R. n. 17/2000 (e successiva delibera di giunta regionale n. 7/6162 e L.R. n. 38/2004). I sistemi di illuminazione artificiale possono influire negativamente sulla fauna e sugli ecosistemi in generale. L'alterazione dell'equilibrio giorno/notte determinata dall'irraggiamento di luce artificiale può causare danni notevoli agli animali: disorientamento di uccelli e mammiferi notturni, morte di lepidotteri determinata dal calore prodotto dalle fonti luminose". Si richiede una specifica relazione che illustri le azioni mitigative per gli effetti negativi illustrati.»

Il presente elaborato costituisce la "specifica relazione che illustri le azioni mitigative per gli effetti negativi illustrati" richiesta. L'osservazione richiama poi un passaggio dell'elaborato Relazione Floro-faunistica_ML10-11_FINAL alla cui versione aggiornata (Allegato 7 – Relazione floro faunistica) si rimanda.

1.3 RAPPORTO CON GLI ELABORATI DEL SIA E PERIMETRO DELL'ELABORATO

Il presente Studio si inserisce in un fascicolo istruttorio piu ampio e già formato. Di seguito si riportano gli altri elaborati dello SIA con cui questo studio si interfaccia e il rapporto con essi:

a. Allegato 7 - Relazione Floro-faunistica. La caratterizzazione ecologica del sito e del suo intorno — comunità vegetazionali, fauna presente e potenziale, elementi della rete ecologica, ricettori biologici — è quella prodotta nel citato elaborato. Il presente Studio la assume integralmente e non la riformula, limitandosi a derivarne gli effetti attribuibili alla componente radiazioni ottiche. Tale scelta è deliberata e risponde a due esigenze: evitare duplicazioni valutative all'interno del medesimo fascicolo e prevenire difformità tra elaborati redatti da tecnici diversi. Ove dalla valutazione discendano rettifiche o integrazioni al testo originario, esse sono espressamente segnalate e sottoposte al tecnico redattore per il recepimento nell'elaborato di competenza.
b. Capitolo 3 – Quadro progettuale dello SIA e Documentazione progettuale. Il quadro progettuale del SIA (Cap. 3) e il set architettonico della configurazione a plesso unico costituiscono la documentazione descrittiva dell'assetto vigente, a seguito della variante di cui al § 1.1. Da essi il presente Studio assume i dati progettuali rilevanti per la componente radiazioni ottiche — in particolare la consistenza edilizia del plesso unico, la presenza e l'estensione della pensilina fotovoltaica a copertura dei parcheggi, l'illuminazione di copertura e dell'area generatori, nonché le misure di carattere ecologico già previste in sede progettuale — che sono richiamati puntualmente ai capitoli di competenza.

1.3.1 IL PROGETTO ILLUMINOTECNICO: TITOLARITÀ E RUOLO DEL PRESENTE STUDIO

Il progetto illuminotecnico delle aree esterne è stato sviluppato dal Proponente ed è documentato negli elaborati illuminotecnici forniti a riferimento, tra cui l'elaborato "Calcoli illuminotecnici aree esterne" di Deerns Italia S.p.A. e le relative tavole di illuminazione esterna, riferiti alla configurazione aggiornata a plesso unico. Concorre alla documentazione di riferimento, per la parte previgente, il precedente "Electrical Lighting System Calculation Report" della medesima Deerns Italia S.p.A. (Rev. R01 del 09/04/2025), riferito alla configurazione a due edifici e presente nella documentazione precedentemente trasmessa agli enti. A tali elaborati si rinvia quale base della verifica di cui alla richiesta Cap. 8 - 1) del MASE.

Il presente Studio non sviluppa e non sostituisce tale progetto, del quale restano impregiudicate la titolarità e la responsabilità professionale in capo al progettista che lo ha redatto. Il presente Studio:

- assume il progetto illuminotecnico quale dato di ingresso;
- ne verifica la rispondenza ai requisiti normativi e alle soglie ambientali assunte al § 2.5;
- ne valuta gli effetti ambientali;

- propone le eventuali misure di adeguamento, la cui traduzione in progetto esecutivo compete al progettista dell'impianto.

Le indicazioni tecniche richiamate al §3.6 e al Cap. 10 non costituiscono un elaborato progettuale bensì rappresentano proposte preliminari. La loro conferma ed eventuale traduzione operativa, inclusi i relativi calcoli illuminotecnici di verifica, sono rimandate ad una fase successiva di progetto.

1.3.2 ESCLUSIONI

Restano esclusi dal presente Studio:

- la progettazione elettrica e impiantistica;
- le verifiche di illuminamento finalizzate alla sicurezza sui luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/2008;
- la dichiarazione di conformità dell'impianto realizzato;
- la caratterizzazione floristica, vegetazionale e faunistica del sito, per la quale si rinvia alla consultazione della Relazione floro-faunistica

1.4 METODO, FONTI E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il presente Studio ha natura di analisi documentale e valutativa (desk study): esso non comprende una campagna di misura in situ dello stato *ante operam*, non disponibile alla data di redazione, ma si fonda sull'esame della documentazione di progetto allegata allo SIA, sull'elaborazione dei dati illuminotecnici di progetto, condotta sul modello di calcolo in formato nativo. La ricostruzione dello stato attuale del cielo notturno è condotta indirettamente, sulla base di fonti satellitari e bibliografiche.

Le fonti utilizzate si distinguono in tre categorie: la documentazione di progetto allegata al presente studio; le fonti normative, le norme tecniche e le linee guida istituzionali, richiamate al § 1.5 e sviluppate al Cap. 2; la letteratura scientifica di settore, richiamata al § 1.5 e utilizzata per la definizione delle soglie di risposta della fauna e dei criteri di mitigazione. Ove nel corso della trattazione si faccia ricorso a dati non desumibili da tali fonti, la relativa provenienza è indicata puntualmente.

Stante la natura documentale dell'indagine, i dati posti a base della valutazione presentano un grado di affidabilità non uniforme. Per garantirne la trasparenza, ciascun dato rilevante è ricondotto, ove significativo, a una delle seguenti tre categorie:

1. dato calcolato — grandezza derivata dall'elaborazione diretta del modello illuminotecnico di progetto (illuminamenti, luminanze, indici di abbagliamento); ne è dichiarata la fonte e il metodo;
2. dato stimato — grandezza determinata per via indiretta, in assenza del dato diretto, mediante ricostruzione da fonti satellitari o bibliografiche, ovvero per assimilazione a situazioni analoghe documentate; è impiegato, tra l'altro, per la caratterizzazione dello stato *ante operam* del cielo notturno e per la valutazione della fauna condotta per gruppo funzionale in luogo della singola specie;

3. dato non verificabile — informazione desunta dalla documentazione di progetto, ma non riscontrabile con gli elementi disponibili alla data di redazione; ove incida sulla valutazione, la relativa criticità è segnalata e ne è indicato il trattamento, di norma mediante rinvio a verifica in fase successiva.

Ove le soglie o i valori di riferimento documentati divergano tra loro o tra le specie plausibilmente presenti, si assume, in via cautelativa, il valore più protettivo, riferito alla condizione o alla specie più sensibile. Tale criterio governa in particolare la definizione delle soglie di risposta della fauna (Cap. 8) e l'attribuzione della zona ambientale ai fronti sensibili (§ 4.1).

Stante la natura documentale dell'indagine si dichiarano i seguenti limiti. Non sono disponibili misure strumentali dello stato ante operam: lo stato attuale è caratterizzato per via indiretta (§ 4.2), con valore di stima. Le elaborazioni quantitative dei §§ 5, 6, 7 e 9.3 sono invece condotte direttamente sul modello di calcolo in formato nativo e sui file fotometrici, e hanno natura di dati calcolati; il limite residuo attiene ai soli input non contenuti nel modello, assunti in via cautelativa e rinviati a verifica in fase esecutiva. La caratterizzazione floristica, vegetazionale e faunistica non è oggetto dello Studio, che la assume dall'elaborato di cui al § 1.3, con conseguente carattere ricognitivo dell'individuazione dei ricettori biologici. Taluni elementi di progetto — il dettaglio dell'illuminazione di copertura, la riflettanza delle superfici di facciata e il fattore di manutenzione — non risultano compiutamente definiti alla data di redazione: la relativa valutazione è condotta sulle informazioni disponibili e, ove necessario, in via cautelativa, con traduzione degli aspetti non definiti in requisiti da recepire in fase di progettazione esecutiva (§3.6 e Cap. 10).

Costituiscono documentazione di progetto assunta a riferimento gli elaborati illuminotecnici di Deerns Italia S.p.A. — calcoli illuminotecnici, raccolta schede tecniche, tavola di illuminazione esterna e dichiarazione di conformità in materia di inquinamento luminoso (Allegati P1–P4) — e le sezioni architettoniche della configurazione a plesso unico (Allegati P5–P7). Quali elaborati già depositati in sede di procedura VIA e non riallegati si richiamano lo Studio di Impatto Ambientale e i suoi allegati, la Relazione Floro-faunistica (ERM Italia S.p.A., versione finale dicembre 2025) e l'«Electrical Lighting System Calculation Report» (Deerns Italia S.p.A., Rev. R01 del 09/04/2025, riferito alla configurazione previgente a due edifici, richiamato a fini di tracciabilità); per gli ulteriori elementi progettuali di dettaglio si rinvia al quadro progettuale del SIA (Cap. 3).

Il modello di calcolo illuminotecnico in formato nativo (DIALux evo), comprensivo dei file fotometrici degli apparecchi, costituisce la base delle elaborazioni quantitative dei §§ 5, 6 e 7 e, per sua natura, non è allegato. Ove nel corso della trattazione si faccia riferimento a dati non desumibili dalla documentazione elencata, la relativa fonte è indicata puntualmente e la sua affidabilità classificata secondo i criteri del § 1.4.

1.5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI UTILIZZATI

Di seguito si elencano le sole fonti effettivamente richiamate nel presente elaborato. Lo sviluppo operativo del quadro normativo e la definizione delle soglie assunte a criterio di verifica sono trattati al Cap. 2.

1.5.1 NORMATIVA COMUNITARIA E NAZIONALE

- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche — art. 12 e All. IV

- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009, concernente la conservazione degli uccelli selvatici
- D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 e s.m.i., Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., Norme in materia ambientale — Parte II
- D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102, Attuazione della Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

1.5.2 NORMATIVA REGIONALE

- L.R. Regione Lombardia 5 ottobre 2015, n. 31, *Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso*
- L.R. Regione Lombardia 27 marzo 2000, n. 17, *Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso* — abrogata dall'art. 12, c. 1, lett. a) della L.R. 31/2015; disposizioni mantenute in vigore in regime transitorio ai sensi dell'art. 11, c. 2 della medesima
- D.G.R. Regione Lombardia 20 settembre 2001, n. 7/6162, *Criteri di applicazione della L.R. 17/2000*
- D.G.R. Regione Lombardia 11 dicembre 2000, n. 7/2611, *Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto*
- L.R. Regione Lombardia 16 luglio 2007, n. 16, *Testo unico delle leggi regionali in materia di istituzione di parchi*
- D.G.R. Regione Lombardia 3 agosto 2000, n. 7/818, *Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale Agricolo Sud Milano*

1.5.3 LINEE GUIDA ISTITUZIONALI

- SNPA (2020), *Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*, Linee guida SNPA 28/2020
- MASE — Direzione Generale Valutazioni Ambientali, *Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei Data Center*, adottate con D.D. n. 257 del 02/08/2024
- Regione Lombardia, *Linee guida per la realizzazione in Lombardia delle infrastrutture fisiche in cui vengono localizzate apparecchiature e servizi di gestione delle risorse informatiche — Data center*, D.G.R. n. XII/2629 del 24/06/2024
- *Linee Guida Nazionali per la Valutazione di Incidenza (VIncA)*, Intesa Stato-Regioni del 28/11/2019

1.5.4 NORME TECNICHE

- UNI EN 12464-2, *Luce e illuminazione — Illuminazione dei posti di lavoro — Parte 2: Posti di lavoro in esterno*
- UNI 10819:2021, *Luce e illuminazione — Impianti di illuminazione esterna — Grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso*
- UNI 11630, *Luce e illuminazione — Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico*
- UNI 11248 e UNI EN 13201-2/3/4, *Illuminazione stradale*
- CEI EN 62471, *Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada*

1.5.5 RIFERIMENTI TECNICI INTERNAZIONALI

- CIE (2017), *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*, CIE 150:2017, 2nd ed., Commission Internationale de l'Éclairage, Vienna
- CIE (1997), *Guidelines for Minimizing Sky Glow*, CIE 126:1997, Vienna
- CIE (1994), *Glare Evaluation System for Use within Outdoor Sport and Area Lighting*, CIE 112:1994, Vienna
- Institution of Lighting Professionals (2021), *The Reduction of Obtrusive Light*, Guidance Note GN01/21, Rugby
- Bat Conservation Trust & Institution of Lighting Professionals (2023), *Bats and Artificial Lighting at Night*, Guidance Note GN08/23, Rugby
- Voigt C.C., Azam C., Dekker J., Ferguson J., Fritze M., Gazaryan S., Hölker F., Jones G., Leader N., Lewanzik D., Limpens H.J.G.A., Mathews F., Rydell J., Schofield H., Spoelstra K., Zagmajster M. (2018), *Guidelines for consideration of bats in lighting projects*, EUROBATS Publication Series No. 8, UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn

1.5.6 LETTERATURA SCIENTIFICA

- Azam, C., Kerbiriou, C., Vernet, A., Julien, J.-F., Bas, Y., Plichard, L., Maratrat, J., & Le Viol, I. (2015). Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats? *Global Change Biology, 21*(12), 4333–4341.
- Azam, C., Le Viol, I., Bas, Y., Zissis, G., Vernet, A., Julien, J.-F., & Kerbiriou, C. (2018). Evidence for distance and illuminance thresholds in the effects of artificial lighting on bat activity. *Landscape and Urban Planning, 175*, 123–135.
- Bat Conservation Trust & Institution of Lighting Professionals. (2018). *Bats and artificial lighting in the UK*(Guidance Note 08/18). ILP.
- Bat Conservation Trust & Institution of Lighting Professionals. (2023). *Bats and artificial lighting at night* (Guidance Note 08/23). ILP.

- Commission Internationale de l'Éclairage. (2017). *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations* (2nd ed., CIE 150:2017). CIE.
- Day, J., Baker, J., Schofield, H., Mathews, F., & Gaston, K. J. (2015). Part-night lighting: Implications for bat conservation. *Animal Conservation, 18*(6), 512–516.
- Erkert, H. G. (2004). Extremely low threshold for photic entrainment of circadian activity rhythms in molossid bats (*Molossus molossus*; Chiroptera – Molossidae). *Mammalian Biology, 69*(6), 361–374.
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C. M., Elvidge, C. D., Baugh, K., Portnov, B. A., Rybnikova, N. A., & Furgoni, R. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances, 2*(6), e1600377. https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377
- Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W., & Hopkins, J. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: A mechanistic appraisal. *Biological Reviews, 88*(4), 912–927.
- Hölker, F., Wolter, C., Perkin, E. K., & Tockner, K. (2010). Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution, 25*(12), 681–682.
- Institution of Lighting Professionals. (2021). *The reduction of obtrusive light* (Guidance Note 01/21). ILP.
- Kuijper, D. P. J., Schut, J., van Dullemen, D., Toorman, H., Goossens, N., Ouwehand, J., & Limpens, H. J. G. A.(2008). Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*). *Lutra, 51*(1), 37–49.
- Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J.-F., Le Bocq, A., & Kerbiriou, C. (2014). The influence of low intensities of light pollution on bat communities in a semi-natural context. *PLoS ONE, 9*(10), e103042. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103042
- Lewanzik, D., & Voigt, C. C. (2017). Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. *Journal of Applied Ecology, 54*(1), 264–271.
- Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment, 2*(4), 191–198.
- Poot, H., Ens, B. J., de Vries, H., Donners, M. A. H., Wernand, M. R., & Marquenie, J. M. (2008). Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society, 13*(2), 47.
- Rowse, E. G., Harris, S., & Jones, G. (2018). Effects of dimming light-emitting diode street lights on light-opportunistic and light-averse bats in suburban habitats. *Royal Society Open Science, 5*(6), 180205.
- Rydell, J., Eklöf, J., & Sánchez-Navarro, S. (2017). Age of enlightenment: Long-term effects of outdoor aesthetic lights on bats in churches. *Royal Society Open Science, 4*(8), 161077.
- Spoelstra, K., van Grunsven, R. H. A., Ramakers, J. J. C., Ferguson, K. B., Raap, T., Donners, M., Veenendaal, E. M., & Visser, M. E. (2017). Response of bats to light with different spectra: Light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society B, 284*(1855), 20170075.
- Stone, E. L., Jones, G., & Harris, S. (2009). Street lighting disturbs commuting bats. Current Biology, 19(13), 1123–1127. https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.05.058
- Stone, E. L., Jones, G., & Harris, S. (2012). Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Global Change Biology, 18*(8), 2458–2465.

- Van Doren, B. M., Horton, K. G., Dokter, A. M., Klinck, H., Elbin, S. B., & Farnsworth, A. (2017). High-intensity urban light installation dramatically alters nocturnal bird migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 114*(42), 11175–11180.
- Voigt, C. C., Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik, D., Limpens, H. J. G. A., Mathews, F., Rydell, J., Schofield, H., Spoelstra, K., & Zagmajster, M. (2018). *Guidelines for consideration of bats in lighting projects* (EUROBATS Publication Series No. 8). UNEP/EUROBATS Secretariat.

2. QUADRO NORMATIVO E CRITERI DI VALUTAZIONE ASSUNTI

Il presente capitolo definisce il quadro di riferimento normativo e tecnico entro cui è condotta la valutazione, e ne deriva l'insieme delle soglie assunte come criteri di verifica nei capitoli successivi. Si distinguono quattro livelli, di cogenza decrescente ma di specificità crescente sulla componente ecologica: la disciplina regionale vigente (§2.1), le norme tecniche nazionali (§2.2), i riferimenti internazionali sull'obtrusive light (§2.3) e le linee guida di settore per la fauna (§2.4). Il §2.5 ne ricompone gli esiti in un quadro sinottico unitario.

2.1 REGIME VIGENTE IN REGIONE LOMBARDIA

La disciplina in vigore è la L.R. 5 ottobre 2015, n. 31, che ha abrogato la precedente L.R. 17/2000 mantenendone in regime transitorio le disposizioni attuative (art. 11, c. 2). I criteri tecnici già fissati dalla D.G.R. 7/6162, ove non superati, restano pertanto il riferimento operativo. Il principio fondante della disciplina, e criterio dimensionante dell'intera valutazione, è il contenimento del flusso disperso verso l'alto. Il regime regionale richiede apparecchi che non emettano alcuna intensità luminosa al di sopra del piano dell'orizzonte, ossia con intensità pari a 0 cd per 1000 lumen per angoli $\gamma \geq 90°$ (apparecchi con cut-off totale). Ne consegue che qualunque emissione diretta verso l'alto è, in linea di principio, non conforme: è questo il metro con cui al §3.5 si verifica l'impianto di progetto.

La disciplina vieta inoltre (art. 3, c. 6) i fasci luminosi orientati verso l'alto, l'illuminazione architettonica di facciata proiettata dal basso e i fari roteanti di qualsiasi tipo, e richiede l'adozione di sistemi di riduzione o spegnimento nelle ore notturne non operative, in coerenza con la raccomandazione di gestione temporale dell'osservazione n. 83. Definisce infine le fasce di rispetto attorno agli osservatori astronomici (D.G.R. 7/2611), entro le quali si applicano requisiti più restrittivi; la posizione del sito rispetto a tali fasce è verificata al §4.1.

La disciplina regionale è orientata al contenimento del flusso e dei consumi e non fissa un limite cogente di temperatura di colore. La limitazione della componente a corta lunghezza d'onda (CCT ≤ 3000 K) è pertanto assunta nel presente Studio come criterio progettuale, sulla base della raccomandazione esplicita dell'osservazione n. 83 e delle linee guida ecologiche di cui al §2.4.

2.2 NORME TECNICHE

Le norme tecniche nazionali definiscono i requisiti prestazionali dell'impianto e i metodi di calcolo delle grandezze impiegate nella verifica.

La UNI EN 12464-2 fissa gli illuminamenti mantenuti e i valori di uniformità richiesti per ciascuna categoria di area di lavoro in esterno (aree di manovra, piazzole di carico e scarico, viabilità interna, parcheggi). Essa costituisce la soglia funzionale minima che il progetto deve garantire. Va tuttavia rilevato che è norma antropocentrica, tarata sulla curva di sensibilità dell'occhio umano, e che definisce livelli minimi di prestazione e non un limite superiore: il superamento dei suoi valori costituisce di per sé un onere energetico e ambientale ingiustificato.

La UNI 10819:2021 normalizza il calcolo della quota di flusso luminoso disperso verso l'alto (Upward Light Ratio, RUL) e costituisce la base metrologica per la quantificazione del termine sorgente dello skyglow al §5. La UNI 11630 detta i criteri per la stesura del progetto illuminotecnico. La UNI 11248 e le UNI EN 13201-2/3/4 disciplinano l'illuminazione stradale (classificazione delle strade, requisiti prestazionali, procedura di calcolo e indicatori energetici) e costituiscono il riferimento per la viabilità interna e le aree di manovra. La CEI EN 62471 classifica le sorgenti in base al rischio fotobiologico e connette la questione spettrale della componente blu a una metrica di sicurezza riconosciuta.

2.3 RIFERIMENTI INTERNAZIONALI

Il riferimento internazionale per la limitazione della luce molesta è la CIE 150:2017. Essa classifica il contesto in quattro zone ambientali (da E0, ambiente intrinsecamente buio, a E4, ambiente urbano ad alta luminanza) e per ciascuna fissa i valori massimi ammessi di: illuminamento verticale alle finestre dei recettori (Ev), intensità luminosa dell'apparecchio in direzione dell'osservatore (I), rapporto di emissione verso l'alto (RUL), luminanza delle facciate illuminate e incremento di soglia (abbagliamento). Distingue inoltre un regime pre-curfew e uno post-curfew, ove per curfew si intende l'ora oltre la quale si applicano i limiti più restrittivi. La CIE 150:2017 è la fonte delle soglie ai recettori impiegate al §6 e dei limiti di abbagliamento al §7.

La CIE 126:1997 fornisce le linee guida per la minimizzazione dello skyglow e la definizione del rapporto di emissione verso l'alto. La CIE 112:1994 definisce il sistema di valutazione dell'abbagliamento (Glare Rating, GR) impiegato al §7.1, con l'avvertenza che il suo dominio di validità è l'illuminazione di aree e impianti sportivi: verso un recettore specifico o un corridoio ecologico esso è pertanto integrato con una valutazione dedicata di luminanza velante. La Guidance Note ILP GN01/21 traduce infine la CIE 150:2017 in tabelle applicative di limiti per zona ambientale (Ev, I, RUL, luminanza di facciata, con distinzione pre/post-curfew) ed è assunta quale riferimento applicativo dei valori numerici riportati al §2.5.

2.4 LINEE GUIDA PER LA COMPONENTE ECOLOGICA

Le grandezze fotometriche sopra richiamate sono tarate sull'occhio umano e non descrivono la percezione della fauna. I criteri ecologici sono pertanto aggiuntivi rispetto alle norme tecniche e, di norma, più restrittivi; ove essi divergano dai valori tecnici, prevale il criterio di prudenza dichiarato al §1.3 (criterio di prudenza), assumendo il valore riferito alla specie più sensibile plausibilmente presente.

Il riferimento per l'illuminazione compatibile con i chirotteri è la Guidance Note BCT/ILP GN08/23, che raccomanda sorgenti con temperatura di colore non superiore a 2700 K, picco di emissione a lunghezze d'onda superiori a 550 nm e assenza di componente ultravioletta, oltre al mantenimento di fasce buie e di illuminamenti incrementali molto contenuti (dell'ordine di 1 lx e inferiori) sugli elementi sensibili quali rifugi, vie di involo e superfici d'acqua. Da essa e dalla EUROBATS Publication Series No. 8 (Voigt et al., 2018), guida di riferimento a scala europea, derivano il criterio ≤ 2700 K con ricorso all'ambra nelle aree a maggiore sensibilità e la soglia

incrementale di 1 lx assunta al §2.5. Per l'avifauna, le medesime fonti e la letteratura richiamata al §1.5 orientano i criteri sviluppati al §8.3 e al Cap. 10: adozione, per gli eventuali dispositivi di segnalazione degli ostacoli, di luce intermittente in luogo di luce fissa; impiego di vetrature bird-friendly sui fronti prospicienti gli elementi vegetati e le rotte di spostamento; divieto di fasci verso l'alto. Tali linee guida non hanno natura cogente ma sono assunte quali criteri progettuali, coerentemente con la richiesta dell'osservazione n. 83 di operare "in coerenza con le richieste già formulate per impianti analoghi nella zona" e con l'approccio cautelativo dello Studio.

2.5 QUADRO SINOTTICO DELLE SOGLIE ASSUNTE

I criteri definiti ai paragrafi precedenti sono qui ricomposti in un unico quadro operativo, che costituisce il riferimento di verifica richiamato in tutti i capitoli successivi (Tab. 2). Essi si distinguono in due categorie, trattate separatamente. La prima comprende i criteri espressi da un valore fisso, indipendente dal contesto — l'emissione verso l'alto, i divieti di legge, la temperatura di colore, la soglia incrementale sugli elementi ecologici sensibili e il regime temporale — riepilogati nella tabella che segue con l'indicazione della fonte e del paragrafo in cui ciascuno trova applicazione.

TABELLA 2. QUADRO SINOTTICO DELLE SOGLIE ASSUNTE (§ 2.5).

Parametro	Soglia / criterio assunto	Fonte	Applicazione
Emissione verso l'alto dell'impianto (RUL)	0% — 0 cd/klm per γ ≥ 90° (cut-off totale)	L.R. 31/2015; UNI 10819:2021	§3.5, §5, §10.3
Fasci verso l'alto, illuminazione di facciata, fari rotanti	Vietati	L.R. 31/2015, art. 3 c. 6	§10.3
Temperatura di colore (CCT)	≤ 3000 K in via generale; sorgenti in tonalità ambra (≤ 2700 K) nelle aree a maggiore sensibilità ecologica	Oss. 83; BCT/ILP GN08/23; EUROBATS 2018	§3.6, §10.3
Illuminamento verticale alle finestre dei recettori (Ev)	Limiti per zona ambientale, pre/post-curfew (v. foglio 'Matrice zone')	CIE 150:2017; ILP GN01/21	§6
Illuminamento incrementale sugli elementi ecologici sensibili	≤ 1 lx (soglia di attenzione, per la verifica dello stato di progetto); ≤ 0,5 lx sugli elementi lineari a maggiore sensibilità, quale criterio di progetto della configurazione S1 (criterio C2, riferito a *R. hipposideros*, 0,45 lx)	BCT/ILP GN08/23; §8.2.4	§6, §9.3, §10.2
Intensità luminosa degli apparecchi verso l'osservatore (I)	Limiti per zona ambientale (v. foglio 'Matrice zone')	CIE 150:2017; ILP GN01/21	§7.1

Luminanza delle facciate illuminate	Limiti per zona ambientale (v. foglio 'Matrice zone')	CIE 150:2017; ILP GN01/21	§7.3
Abbagliamento (Glare Rating)	Entro il valore ammesso per il contesto, integrato con valutazione di luminanza velante verso recettori e corridoi	CIE 112:1994	§7.1
Regime temporale	Spegnimento/riduzione nelle ore non operative; parzializzazione rafforzata nelle finestre migratorie	L.R. 31/2015; oss. 83; §8.3	§10.4

La seconda categoria comprende i criteri il cui valore non è unico, ma dipende dalla luminosità dell'ambiente in cui l'impianto si inserisce. La CIE 150:2017 li classifica infatti in quattro zone ambientali — da E1, ambito rurale buio, a E4, ambito urbano ad alta luminanza — e, per ciascuna, distingue un regime pre-curfew e uno post-curfew, quest'ultimo applicabile oltre l'ora fissata come limite per l'attività notturna e più restrittivo, in quanto riferito alle ore di massima quiete (Tab. 3). Rientrano in questa categoria l'illuminamento verticale alle finestre dei recettori, l'intensità luminosa verso l'osservatore, il rapporto di emissione verso l'alto e la luminanza delle facciate illuminate. I relativi valori sono riportati nella matrice seguente; la riga effettivamente applicabile al sito non è qui determinata, ma discende dalla classificazione della zona ambientale condotta al §4.1, cui si rinvia.

TABELLA 3. MATRICE DEI LIMITI DI LUCE MOLESTA PER ZONA AMBIENTALE (CIE 150:2017 / ILP GN01/21). VALORI ESPRESSI COME PRE-CURFEW / POST-CURFEW.

Zona ambientale	Descrizione	Ev finestre pre-curfew (lx)	Ev finestre post-curfew (lx)	Intensità I pre-curfew (cd)	Intensità I post-curfew (cd)	RUL (%)	Luminanza facciate (cd/m²)
E1	Rurale buio	2	0	2500	0	0	0
E2	Bassa luminanza	5	1	7500	500	2,5	5
E3	Media luminanza	10	2	10000	1000	5	10
E4	Alta luminanza	25	5	25000	2500	15	25

Il quadro così composto esaurisce l'insieme dei criteri di verifica dello Studio e ne governa l'applicazione nei capitoli successivi. I valori fissi della prima tabella sono verificati direttamente sull'impianto di progetto (§§ 3.5 e 3.6) e recepiti nelle misure di mitigazione (Cap. 10); i valori dipendenti dalla zona, una volta fissata la classificazione al §4.1, forniscono i limiti puntuali per

la verifica dell'illuminamento ai recettori (§6) e dell'abbagliamento e della luminanza delle facciate (§7).

3. IL PROGETTO ILLUMINOTECNICO DELLE AREE ESTERNE E DI MANOVRA

Il presente capitolo descrive l'impianto di illuminazione delle aree esterne e di manovra del progetto, quale risulta dagli elaborati illuminotecnici allegati al presente studio. La descrizione ha carattere ricognitivo: il presente Studio non redige né modifica il progetto illuminotecnico, di titolarità del progettista, ma ne assume i contenuti quale stato di fatto progettuale su cui condurre le verifiche di impatto luminoso dei capitoli successivi. Le grandezze riportate sono desunte dai calcoli illuminotecnici, dalle schede tecniche degli apparecchi e dalla tavola di layout dell'illuminazione esterna, cui si rinvia per i dettagio.

3.1 CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI PROGETTO

L'impianto di illuminazione esterna di progetto è costituito da 123 apparecchi, per una potenza elettrica complessiva installata di 11.391,5 W e un flusso luminoso totale di 1.560.172 lm, con un'efficienza media dell'impianto di 137,0 lm/W. Gli apparecchi si distribuiscono in due tipologie, distinte per costruttore, ottica e altezza di installazione: 32 proiettori Disano 1887 Rodio, installati a 15,0 m di altezza, e 91 apparecchi iGuzzini Platea Pro, installati a 4,0 m di altezza.

La distribuzione degli apparecchi segue il perimetro e le aree operative del plesso: le due tipologie sono disposte lungo i fronti del lotto e a servizio delle aree di manovra, dei parcheggi e delle vie di transito interne. La tavola di layout dell'illuminazione esterna distingue, nella simbologia, gli apparecchi installati a parete (wall mounted, IP67) da quelli installati su palo (pole mounted), coerentemente con le due altezze di installazione rilevate. L'illuminazione si riferisce alle sole aree esterne e di manovra; l'illuminazione di copertura è trattata separatamente al §3.3.

3.2 APPARECCHI E SORGENTI PREVISTI

Gli apparecchi previsti dal progetto sono due (Tab. 4). Il primo è il proiettore Disano 1887 Rodio HE (art. 414723-39), apparecchio asimmetrico a LED con potenza di 110,0 W, flusso luminoso di 17.986 lm ed efficienza di 163,5 lm/W. La sorgente è dichiarata a temperatura di colore di 3000 K e indice di resa cromatica CRI 80. L'apparecchio è dotato di ottica in PMMA ad alto rendimento e diffusore in vetro temperato; la scheda tecnica dichiara il gruppo di rischio fotobiologico esente (EN 62471) e riporta, tra le dotazioni a richiesta, la disponibilità di sorgenti a LED ambra (sottocodice -73, 2200 K), della funzione di parzializzazione notturna (mezzanotte virtuale, sottocodice -30) e della gestione del punto luce mediante sensori di presenza/luminosità. Ne consegue che le misure a tutela specifica della fauna — il ricorso a sorgenti in tonalità ambra (2200 K) sugli elementi a maggiore sensibilità e la gestione temporale nelle ore non operative (§§3.6 e Cap. 10) — sono realizzabili sull'apparecchio previsto mediante le sue varianti di catalogo.

Il secondo è l'apparecchio iGuzzini Platea Pro (art. P891_A17J), sistema su palo a corpo ottico grande con ottica stradale A45 in versione «Warm White», potenza di 86,5 W, flusso luminoso di 10.820 lm ed efficienza di 125,1 lm/W. La sorgente è dichiarata a temperatura di colore di 3000

K e indice di resa cromatica CRI 100, conforme all'indicazione di temperatura di colore ≤ 3000 K (§3.6).

Entrambe le tipologie condividono la caratteristica dirimente ai fini dell'inquinamento luminoso: l'emissione nulla verso l'alto. Come verificato al §3.5, entrambi gli apparecchi presentano un rapporto di emissione superiore (ULOR) pari a 0% e un'intensità nulla per angoli pari o superiori a 90° rispetto alla verticale, in condizione di cut-off totale.

TABELLA 4. APPARECCHI E SORGENTI PREVISTI DAL PROGETTO ILLUMINOTECNICO (DEERNS, REV. R02). DATI DESUNTI DALLA LISTA LAMPADE E DALLE SCHEDE TECNICHE DEGLI APPARECCHI.

Attributo	Disano 1887 Rodio HE	iGuzzini Platea Pro A45
Articolo	414723-39	P891_A17J
Quantità (pz)	32	91
Potenza unitaria	110,0 W	86,5 W
Flusso luminoso	17.986 lm	10.820 lm
Efficienza	163,5 lm/W	125,1 lm/W
Temperatura di colore (CCT)	3000 K	3000 K
Indice di resa cromatica (CRI)	80	100
Altezza di installazione	15,0 m	4,0 m
Emissione verso l'alto dell'apparecchio (ULOR)	0% — cut-off totale	0% — cut-off totale

Le grandezze fotometriche riportate nei capitoli successivi derivano dal calcolo illuminotecnico assunto a riferimento (Allegato P1). Il rapporto tra la configurazione di calcolo e le sorgenti effettivamente adottate, e il carattere cautelativo che ne discende, è illustrato al §4.3.

3.3 L'ILLUMINAZIONE DI COPERTURA

L'illuminazione delle coperture del plesso è funzionalmente distinta da quella delle aree esterne e di manovra ed è destinata esclusivamente alle esigenze di manutenzione e di accesso agli impianti tecnologici alloggiati in copertura. Attese la sua funzione occasionale e le modalità di attivazione, essa non concorre, in via ordinaria, all'emissione luminosa notturna del sito. Il progetto illuminotecnico assunto non comprende un calcolo dedicato dell'illuminazione di copertura, in quanto destinata a sola manutenzione; se ne assume la disciplina al §10.5, cui si rinvia per la misura di attivazione su presenza e spegnimento ordinario.

3.4 REQUISITI PRESTAZIONALI PER AREA (UNI EN 12464-2)

I requisiti prestazionali assunti per le aree esterne discendono dalla norma UNI EN 12464-2, che fissa i livelli di illuminamento e uniformità per i luoghi di lavoro in esterno. Le aree di manovra, transito e parcheggio del plesso sono classificate, negli elaborati illuminotecnici di progetto, secondo il profilo relativo alle aree di transito comuni nei luoghi di lavoro all'aperto, con transito regolare di veicoli a velocità non superiore a 40 km/h (profilo 5.1.3 della norma). A tale profilo corrispondono i requisiti di illuminamento medio mantenuto non inferiore a 20 lx e di uniformità (U0) non inferiore a 0,25. La classificazione funzionale delle aree, di competenza del progettista dell'impianto, è qui assunta quale dato di progetto e non è rimessa in discussione dal presente Studio, che ne verifica la rispondenza ai valori previsti (§3.5).

Tali requisiti costituiscono il termine di riferimento prestazionale rispetto al quale il progetto è verificato al §3.5. Si osserva che essi attengono alla funzionalità e alla sicurezza delle aree operative — l'illuminamento utile sul piano di lavoro — e sono logicamente distinti dai criteri di contenimento dell'impatto luminoso di cui al §2.5, che governano invece la luce dispersa oltre il perimetro e verso il cielo. La compresenza dei due ordini di requisiti — prestazionale e ambientale — è la condizione entro cui si colloca la valutazione: l'impianto deve soddisfare la funzione senza eccedere nei confronti dell'ambiente.

3.5 VERIFICA DI CONFORMITÀ DELL'IMPIANTO DI PROGETTO

La verifica della conformità dell'impianto è condotta su due piani distinti: la rispondenza ai requisiti prestazionali di cui al §3.4 e la rispondenza ai criteri di contenimento dell'emissione verso l'alto di cui al §2.5.

Quanto ai requisiti prestazionali, i calcoli illuminotecnici di progetto restituiscono, per le sei aree di calcolo in cui è suddiviso il piazzale, i valori di illuminamento perpendicolare medio e di uniformità riportati nella tabella seguente. Tutte le aree soddisfano i requisiti del profilo assunto (illuminamento medio ≥ 20 lx, uniformità ≥ 0,25) (Tab. 5).

TABELLA 4. VERIFICA DEI REQUISITI PRESTAZIONALI PER AREA (UNI EN 12464-2, PROFILO 5.1.3). VALORI DI ILLUMINAMENTO PERPENDICOLARE MEDIO E UNIFORMITÀ DESUNTI DAI CALCOLI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO (DEERNS, REV. R02).

Area di calcolo	Ē (lx)	U0 (g1)	Requisito Ē ≥ 20 lx	Requisito U0 ≥ 0,25
East-ML10x	50,4	0,39	soddisfatto	soddisfatto
North-ML10x	35,4	0,48	soddisfatto	soddisfatto
South-ML10x	44,8	0,26	soddisfatto	soddisfatto
West-ML10x	53,5	0,36	soddisfatto	soddisfatto
Parking area 1	25,5	0,47	soddisfatto	soddisfatto
Parking area 2	22,8	0,26	soddisfatto	soddisfatto

Quanto al contenimento dell'emissione verso l'alto, la verifica è condotta direttamente sui file fotometrici (.ies) degli apparecchi, esaminandone la distribuzione dell'intensità luminosa per gli angoli superiori al piano dell'orizzonte. Per entrambe le tipologie, l'intensità luminosa risulta pari a 0 cd per ogni angolo pari o superiore a 90° rispetto alla verticale, su tutti i piani orizzontali della fotometria: la condizione di cut-off totale è pertanto verificata numericamente: il rapporto di emissione superiore dell'apparecchio (Upward Light Output Ratio, ULOR), letto direttamente sulla fotometria, è pari a 0%. Poiché gli apparecchi sono installati con montaggio orizzontale a tilt 0°, l'assenza di emissione dell'apparecchio oltre il piano dell'orizzonte si trasferisce senza residui all'impianto: il requisito di cui al §2.5 (RUL = 0%, L.R. 31/2015), riferito al rapporto di emissione superiore dell'impianto installato, è pertanto soddisfatto.

I file fotometrici esaminati corrispondono agli apparecchi effettivamente adottati dal progetto (Disano 1887 Rodio art. 414723-39 e iGuzzini Platea Pro art. P891_A17J, entrambi a 3000 K) e recano intensità nulla per angoli pari o superiori a 90° rispetto alla verticale, con rapporto di emissione superiore (ULOR) pari a 0%. Il rapporto di emissione verso l'alto è una proprietà della geometria di emissione dell'ottica, indipendente dalla temperatura di colore, sicché la verifica del cut-off è pienamente rappresentativa della configurazione di progetto.

La condizione di cut-off totale così verificata costituisce un elemento positivo di rilievo, in quanto esclude in radice la componente diretta dell'emissione verso il cielo (ripresa al §5) e concorre al contenimento della luce intrusiva ai confini (§§ 6 e 9). Essa trova ulteriore corroborazione nella dichiarazione sottoscritta dal progettista dell'impianto, che attesta la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte, il rispetto dei requisiti di sicurezza fotobiologica e delle esigenze di tutela della biodiversità.

3.6 CRITICITÀ RILEVATE E PROPOSTE DI ADEGUAMENTO

Dalla ricognizione del progetto illuminotecnico e dalla sua verifica emergono due ordini di considerazioni: la conferma di elementi già conformi e coerenti con le misure previste, e il rilievo di criticità che richiedono adeguamento o chiarimento ai fini della piena rispondenza alle richieste di cui al § 1.2.1. Tra gli elementi conformi si conferma, in via positiva, il cut-off totale di entrambe le tipologie di apparecchio (§3.5), che soddisfa il requisito di emissione nulla verso l'alto richiesto dall'osservazione e dalla L.R. 31/2015, e la rispondenza dell'impianto ai requisiti prestazionali per tutte le aree.

Quanto ai profili di sorgente posti a tutela specifica della fauna, il progetto adotta sorgenti a temperatura di colore 3000 K per entrambi gli apparecchi (Disano 1887 Rodio art. 414723-39; iGuzzini Platea Pro «Warm White» art. P891_A17J), come documentato dagli elaborati illuminotecnici di riferimento: la configurazione è pertanto conforme alla temperatura di colore ≤ 3000 K assunta al §2.5 in recepimento del Cap. 8 delle richieste MASE, e risulta superata l'incongruenza documentale rilevata al §3.2 per l'apparecchio iGuzzini, la cui variante è ora univocamente a 3000 K. Le sorgenti adottate presentano flusso luminoso pari o inferiore a quello assunto nelle elaborazioni (Disano 17.986 lm contro 18.491 lm; iGuzzini 10.820 lm contro 12.180 lm): poiché le grandezze fotometriche non dipendono dalla temperatura di colore e il flusso non risulta superiore, le verifiche dei capitoli successivi restano valide e cautelative rispetto alla configurazione adottata. Sui fronti a maggiore sensibilità ecologica è previsto, quale misura

di tutela aggiuntiva, il ricorso a sorgenti in tonalità ambra (2200 K; §10.3): misura che si aggiunge alla conformità già assicurata dalla temperatura di colore ≤ 3000 K e caratterizza la configurazione conforme (scenario S1).

La gestione temporale raccomandata dall'osservazione — riduzione dell'illuminazione nelle ore notturne non operative — è assicurata dalle funzioni già disponibili sugli apparecchi previsti: la parzializzazione notturna (mezzanotte virtuale) e la gestione mediante sensori di presenza, documentate in scheda per il Disano. Il progetto dispone pertanto dei mezzi tecnici per il regime di riduzione notturna, recepito al §10.4; l'impostazione di dettaglio è definita in sede di progettazione esecutiva.

4. CLASSIFICAZIONE DELL'AMBITO E SCENARI DI CALCOLO

Fissati al Cap. 2 i criteri di verifica, il presente capitolo ne determina le condizioni di applicazione al sito: la zona ambientale di riferimento, da cui dipendono i limiti di luce molesta (§4.1); lo stato attuale del cielo notturno e la caratterizzazione dei ricettori rispetto ai quali gli effetti sono valutati (§4.2); gli scenari di calcolo entro i quali sono condotte le verifiche quantitative dei capitoli successivi (§4.3).

4.1 CLASSIFICAZIONE DELLA ZONA AMBIENTALE (CIE 150:2017)

La CIE 150:2017 grada i limiti di luce molesta in funzione della luminosità dell'ambiente, distinguendo quattro zone di riferimento: E1 (ambito intrinsecamente buio, tipicamente naturale o rurale non urbanizzato), E2 (bassa luminanza, aree rurali o suburbane a bassa densità), E3 (media luminanza, aree suburbane e industriali) ed E4 (alta luminanza, centri urbani). L'attribuzione non è formale, ma sostanziale: discende dall'uso del suolo e dalla luminosità effettiva dell'intorno e determina l'intera scala delle verifiche di cui ai §§ 6 e 7.

Il contesto del sito è duplice e non riducibile a una sola classe. Da un lato, l'intervento si colloca all'interno di un polo industriale e di data center già insediato e in esercizio, connotato da illuminazione artificiale diffusa e da fronti costruiti — verso ovest l'insediamento ST Microelectronics (perimetro P1), verso nord l'insediamento ASC (perimetro P3): un contesto che, se considerato isolatamente, ricadrebbe in classe E3. Dall'altro, il polo è immerso in una matrice agricola e confina con il Parco Regionale Agricolo Sud Milano e con gli elementi della rete ecologica (corridoi, rogge, fontanili) di cui ai §§ 8 e 9: un contesto che, sui fronti che vi si affacciano, richiede la classe E2 e, sugli elementi ecologici sensibili, un regime assimilabile a E1.

Attribuire al sito un'unica classe intermedia produrrebbe, in entrambe le direzioni, un errore: sovrastimerebbe la capacità di carico dei fronti verso il parco e sottostimerebbe il contesto costruito. Si adotta pertanto, coerentemente con la CIE 150:2017 e con il criterio di prudenza di cui al §1.4 (criterio di prudenza), una zonizzazione differenziata per fronte:

a. I fronti interni e le aree operative rivolte verso il polo industriale esistente sono classificati in zona E3;
b. I fronti rivolti verso la matrice agricola e il Parco Agricolo Sud Milano sono classificati in zona E2;
c. Gli elementi della rete ecologica direttamente interferibili — corridoi, elementi lineari di connessione, superfici d'acqua — sono trattati, indipendentemente dalla zona del fronte prospiciente, secondo il regime più restrittivo (E1 per i limiti di luce molesta e soglia incrementale sugli elementi ecologici di cui al §2.5).

Ne consegue che i valori-limite della matrice di cui al §2.5 sono applicati per fronte secondo la classe qui attribuita: E3 per la verifica dei fronti costruiti, E2 per i fronti e i ricettori rivolti al parco, E1 per gli elementi ecologici. Si richiama, infine, che il sito non ricade nella fascia di rispetto di osservatori astronomici ai sensi della D.G.R. 7/2611 (circostanza da confermare in sede di verifica cartografica); non si applicano pertanto i requisiti aggiuntivi ivi previsti (Tab. 6).

TABELLA 5. ZONIZZAZIONE AMBIENTALE DIFFERENZIATA (§ 4.1). CLASSI CIE 150:2017 ATTRIBUITE PER FRONTE; I LIMITI APPLICABILI SONO QUELLI DELLA MATRICE AL § 2.5.

Ambito	Zona CIE 150:2017	Criterio applicato	Rif.
Fronti interni e aree operative rivolte verso il polo industriale esistente	E3 — media luminanza	Limiti E3 della matrice § 2.5	§4.1 a
Fronti rivolti verso la matrice agricola e il Parco Agricolo Sud Milano	E2 — bassa luminanza	Limiti E2 della matrice § 2.5	§4.1 b
Elementi della rete ecologica interferibili (corridoi, elementi lineari di connessione, superfici d'acqua)	E1 — regime più restrittivo	Limiti E1 della matrice § 2.5; soglia incrementale sugli elementi ecologici (§2.5)	§4.1 c

4.2 STATO ATTUALE DEL CIELO NOTTURNO E DEI RICETTORI

Come dichiarato al §1.4, per il sito non esiste alcuna misura strumentale dello stato ante operam, né di brillanza del cielo né di illuminamento ai ricettori. In assenza del dato diretto, lo stato attuale è ricostruito per via indiretta da fonti satellitari e bibliografiche: la radianza notturna rilevata dal sensore VIIRS-DNB e la cartografia della brillanza artificiale del cielo notturno del World Atlas (Falchi et al., 2016). Tale ricostruzione ha valore di caratterizzazione dello stato di fatto e non di misura: colloca il sito in un contesto già significativamente alterato dall'illuminazione del polo industriale e della conurbazione milanese. Per le coordinate del sito (45,477 N; 9,035 E) la cartografia restituisce una brillanza del cielo allo zenit di 18,77 mag/arcsec² (SQM) e una brillanza artificiale di 3.170 µcd/m², pari a circa 18,6 volte il fondo naturale, corrispondente a una condizione di cielo già compromessa e classificato in classe 7 della scala Bortle (transizione suburbano-urbana). Il valore così ricostruito costituisce il fondo rispetto al quale è valutato l'incremento di progetto al §5.

I ricettori rispetto ai quali si valutano gli effetti si distinguono in due categorie, trattate separatamente (Tab. 7). I ricettori abitativi e antropici, rispetto ai quali si verificano l'illuminamento verticale (§6) e l'abbagliamento (§7), sono individuati e georeferenziati nella tabella seguente. I ricettori biologici — elementi della rete ecologica, rifugi potenziali, superfici d'acqua — sono trattati al §8.5, cui si rinvia.

TABELLA 6. RICETTORI ANTROPICI INDIVIDUATI, CON TIPOLOGIA, COORDINATE (UTM32N – ETRS89) E NOTE DI SENSIBILITÀ.

Sigla	Tipologia	Est (m)	Nord (m)	Note e sensibilità
R1	Ricettore	502942	5035526	Villa Litta Modignani — edificio non abitato, adibito a uffici (Data4), a prevalente uso diurno

R2	Ricettore	503206	5035764	Campo sportivo; illuminazione propria; sensibilità bassa
R3	Ricettore	504092	5036006	Nucleo residenziale nell'abitato di Settimo Milanese; unico ricettore propriamente abitativo; posizione più distante, a est del sito
R4	Ricettore	502474	5035146	Accesso del Parco Agricolo Sud Milano; ricettore d'uso e di fruizione, prospiciente il sistema ecologico
R5	Ricettore	502873	5036131	Bar e ristoro "La Coccinella"; uso diurno, con chiusura serale
P1	Punto di perimetro	502572	5035466	Fronte ovest, prospiciente l'insediamento produttivo ST Microelectronics
P3	Punto di perimetro	502646	5036042	Fronte nord, prospiciente l'insediamento produttivo ASC

Dalla distribuzione dei ricettori deriva un elemento dirimente per la valutazione. L'unico ricettore propriamente abitativo, R3, è anche il più distante e si colloca a est, entro l'abitato di Settimo Milanese; i ricettori più prossimi al sito (R1, R4, R5) hanno natura d'uso discontinuo o di fruizione — R1 uffici a uso diurno, R5 bar con chiusura serale, R4 accesso al Parco — con conseguente ridotta incidenza notturna. Ne consegue che il vincolo dimensionante della verifica non è, con ogni probabilità, l'illuminamento alle finestre residenziali — condizione da verificare comunque al §6 — bensì l'interferenza con gli elementi ecologici prospicienti. Il ricettore R4, che presidia l'accesso al Parco, assume in questo quadro un rilievo particolare, in quanto punto di contatto diretto tra l'impianto e il sistema di fruizione e di connessione ecologica.

4.3 SCENARI DI CALCOLO

Le verifiche quantitative dei capitoli successivi sono condotte confrontando due configurazioni dell'impianto, ciascuna esaminata nei due regimi orari previsti dalla CIE 150:2017.

Le due configurazioni sono:

- **Scenario S0** — L'impianto con le sorgenti a temperatura di colore 4000 K, documentate dal calcolo illuminotecnico di riferimento (allegato P1), e le misure di mitigazione da valutare nelle fasi di progettazione successiva: la schermatura localizzata sui fronti a maggiore sensibilità ecologica e il regime di gestione temporale nelle ore non operative.
- **Scenario S1** — L'impianto con le sorgenti a temperatura di colore 3000 K documentate dalle schede tecniche adottate (allegato P2) e, sui fronti a maggiore sensibilità ecologica, con sorgenti in tonalità ambra (2200 K, da catalogo), ferme le medesime misure di schermatura e gestione temporale. Alla riduzione dell'illuminamento, comune a entrambi gli scenari, aggiunge il beneficio spettrale a tutela della fauna.

Entrambi gli scenari incorporano le misure di mitigazione già previste dal progetto — la schermatura localizzata sui fronti a maggiore sensibilità e la gestione temporale nelle ore non operative (ove possibile compatibilmente con le condizioni di security richieste) — che riconducono entro i criteri di tutela i valori di picco restituiti dal calcolo illuminotecnico. La differenza tra i due attiene alla sola temperatura di colore delle sorgenti: 4000 K in S0, 3000 K con ricorso all'ambra sui fronti sensibili in S1. È pertanto una differenza di natura spettrale.

Poiché le grandezze fotometriche — illuminamento e luminanza — sono indipendenti dalla temperatura di colore, i due scenari condividono i medesimi valori quantitativi: il passaggio da 4000 K a 3000 K non incide sui lux, che dipendono dal flusso e dalla geometria di emissione. Il beneficio della temperatura di colore ridotta e dell'ambra è di natura spettrale — minore contenuto di corta lunghezza d'onda, con effetti sullo scattering atmosferico e sulla risposta della fauna — e trova la propria sede di valutazione nei capitoli in cui la componente spettrale è determinante, lo skyglow (§5) e gli effetti sulla fauna (§8), non nelle grandezze fotometriche del §6 e del §7. Le sorgenti a 3000 K adottate presentano inoltre flusso pari o inferiore a quello assunto nel calcolo, sicché le verifiche su quest'ultimo restano cautelative rispetto alla configurazione adottata.

Ne consegue che le verifiche quantitative dei §§ 6, 7 e 9 sono condotte una sola volta, sui dati del calcolo illuminotecnico, e valgono per entrambi gli scenari. Ove i valori di picco eccedano i criteri di tutela — come ai fronti sud e ovest (§9) — sono le misure di schermatura e gestione temporale, comuni ai due scenari, a ricondurli entro soglia; l'esito complessivo è ricomposto al §10.9.

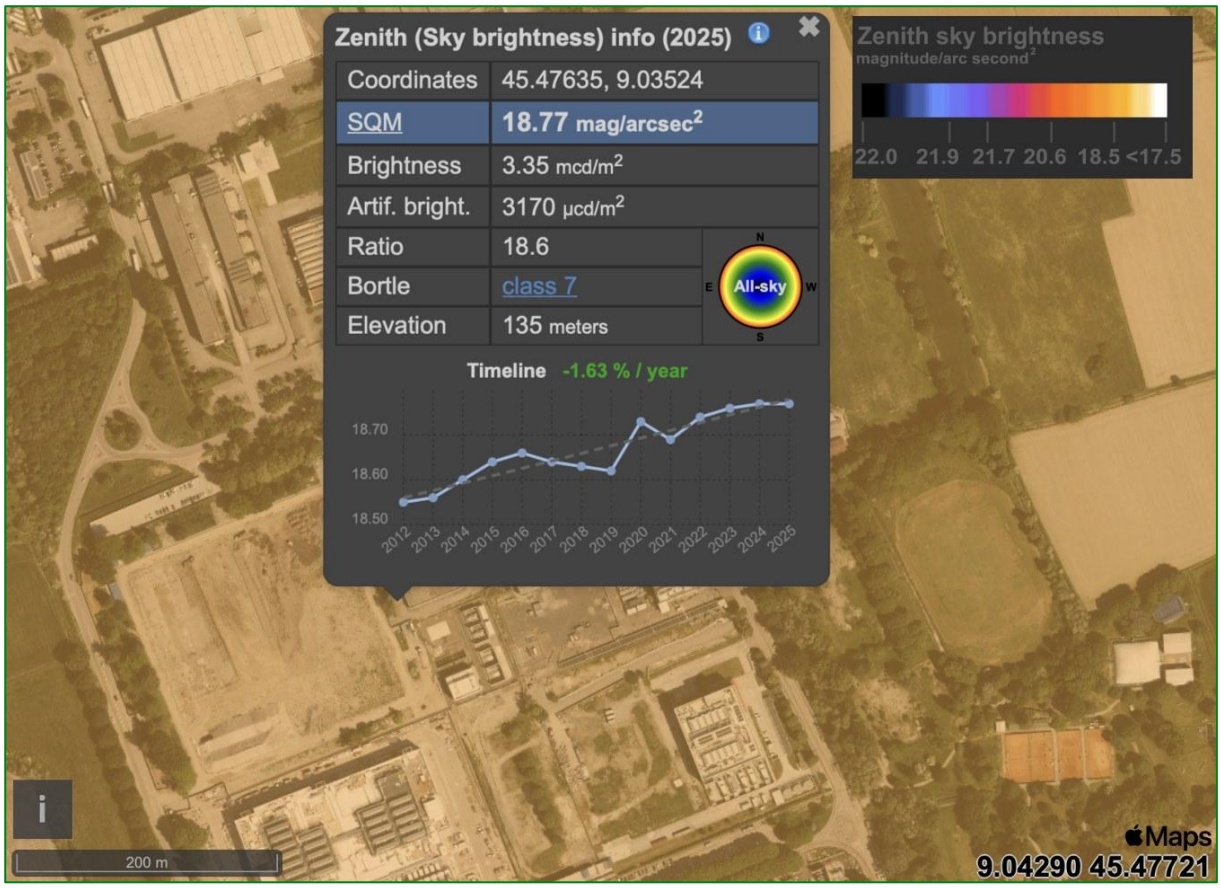
5. QUANTIFICAZIONE DELL'EFFETTO DI SKYGLOW

5.1 METODO

L'effetto di skyglow — l'incremento di brillanza del cielo notturno indotto dall'impianto — è valutato scomponendo il contributo dell'impianto nelle sue due componenti fisiche: la componente diretta, costituita dal flusso luminoso emesso dagli apparecchi al di sopra del piano dell'orizzonte, e la componente riflessa, costituita dalla frazione di flusso che, incidendo sulle superfici illuminate, viene da queste riflessa verso l'alto. Le due componenti sono trattate separatamente ai §§ 5.2 e 5.3.

La valutazione è condotta, coerentemente con la natura desk dello Studio dichiarata al §1.3, su dati cartografici consolidati e su elaborazioni analitiche a partire dagli esiti del progetto illuminotecnico, senza campagna di misura in sito. Tale approccio è adeguato alla componente in esame: la brillanza del cielo notturno è grandezza di scala territoriale, propriamente valutata mediante la cartografia di riferimento (World Atlas / VIIRS) e la stima del contributo incrementale dell'impianto, e non mediante rilievo puntuale, che non ne coglierebbe la natura diffusa e cumulativa (Fig. 1).

FIGURA 1. BRILLANZA DEL CIELO NOTTURNO AL SITO (COORD. 45,477 N / 9,035 E). FONTE: LIGHTPOLLUTIONMAP.INFO, LAYER SKY BRIGHTNESS 2025 (ELABORAZIONE SU DATI WORLD ATLAS / VIIRS). SQM 18,77 MAG/ARCSEC², BRILLANZA ARTIFICIALE 3.170 µCD/M², CLASSE BORTLE 7.



La componente diretta è verificata sui file fotometrici (.ies) degli apparecchi, esaminando l'intensità luminosa emessa per angoli superiori al piano dell'orizzonte, come già riportato al §3.5. La componente riflessa è stimata per via analitica a partire dall'illuminamento medio a terra delle aree pavimentate — desunto dai calcoli illuminotecnici di progetto (§3.5) — e da un coefficiente di riflessione della pavimentazione assunto in via cautelativa; non si ricorre a un calcolo dedicato nel modello illuminotecnico, non disponendo il software di uno strumento diretto per la quantificazione della brillanza del cielo, e non sono pertanto introdotte superfici di calcolo dedicate a questo capitolo.

L'esito è infine contestualizzato rispetto allo stato di fatto della brillanza del cielo notturno al sito, determinato dalla cartografia del World Atlas of Artificial Night Sky Brightness (Falchi et al., 2016) e dai dati radiometrici satellitari VIIRS, consultati per le coordinate del sito. Tale contestualizzazione consente di esprimere l'incremento indotto dall'impianto non in termini assoluti, ma in rapporto al fondo effettivamente presente, secondo il criterio di significatività di cui al §5.5.

5.2 COMPONENTE DIRETTA

Lo skyglow, o brillanza artificiale del cielo notturno, è il fenomeno per cui una parte del flusso luminoso emesso da un impianto di illuminazione raggiunge l'atmosfera e vi viene diffusa, incrementando la luminosità del cielo percepita da terra. È il fenomeno che la normativa regionale in materia (L.R. 31/2015) mira principalmente a contenere, e si origina da due contributi distinti: il flusso emesso direttamente dagli apparecchi al di sopra del piano dell'orizzonte (componente diretta) e il flusso che, dopo aver illuminato le superfici a terra, viene da queste riflesso verso l'alto (componente riflessa). I due contributi hanno origine, entità e statuto di verifica differenti e sono trattati separatamente nel presente e nel paragrafo successivo.

La componente diretta è il contributo dominante e più critico nella generazione dello skyglow, in quanto il flusso emesso verso l'alto raggiunge l'atmosfera senza attenuazioni preliminari e con la piena intensità della sorgente. Per questa ragione essa costituisce l'oggetto primario delle disposizioni normative sul contenimento dell'inquinamento luminoso, che impongono la schermatura totale degli apparecchi (cut-off) affinché l'emissione al di sopra dell'orizzonte sia nulla.

La verifica di tale condizione è condotta, per gli apparecchi di progetto, direttamente sui rispettivi file fotometrici (.ies), esaminando la distribuzione dell'intensità luminosa per gli angoli verticali superiori al piano dell'orizzonte, come già riportato al §3.5. Per entrambe le tipologie — il proiettore Disano 1887 e l'apparecchio iGuzzini Platea Pro — l'intensità luminosa è pari a 0 cd per ogni angolo maggiore di 90° rispetto alla verticale, su tutti i piani orizzontali della fotometria. Il rapporto di emissione superiore dell'apparecchio (ULOR) è pertanto pari a 0% in condizioni di cut-off totale.

Ne consegue che la componente diretta dell'emissione verso il cielo è nulla per costruzione: non vi è alcun flusso diretto al di sopra dell'orizzonte, e il contributo diretto dell'impianto allo skyglow è azzerato all'origine. Poiché tale componente è, come detto, quella dominante nella generazione del fenomeno, il suo azzeramento costituisce il principale fattore di contenimento dello skyglow

dell'intero progetto e riconduce l'effetto residuo alla sola componente riflessa, di entità strutturalmente inferiore, analizzata al paragrafo seguente.

5.3 COMPONENTE RIFLESSA

La componente riflessa è costituita dalla frazione del flusso luminoso che, dopo aver raggiunto e illuminato le superfici a terra secondo la funzione propria dell'impianto, viene da queste rinviata verso l'emisfero superiore. A differenza della componente diretta, essa non è eliminabile in via progettuale — è connaturata a qualsiasi impianto che illumini una superficie — ma è di entità sensibilmente inferiore, in quanto il flusso ha già ceduto gran parte della propria energia nell'illuminare il piano utile e viene rinviato verso l'alto solo nella misura consentita dalla riflettanza della pavimentazione.

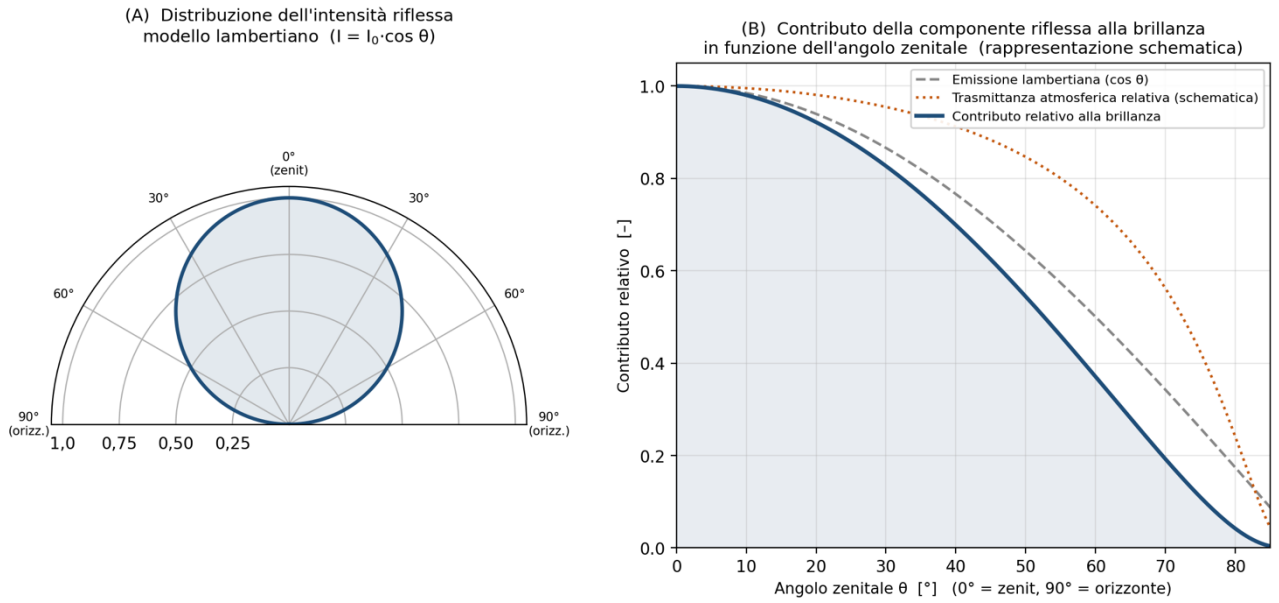
La sua stima è condotta per via analitica, non disponendo il software illuminotecnico di uno strumento diretto per la quantificazione della brillanza del cielo. Il punto di partenza è l'illuminamento medio a terra delle aree pavimentate, desunto dai calcoli illuminotecnici di progetto (§3.5): la media aritmetica dei valori calcolati per le sei aree è pari a circa 39 lx. A tale illuminamento si applica un coefficiente di riflessione della pavimentazione (ρ) pari a 0,20 — valore posto nella parte alta dell'intervallo realistico per una superficie di piazzale in asfalto o calcestruzzo, così da sovrastimare, e non sottostimare, la quota di flusso rinviata verso l'alto.

Assumendo un comportamento riflettente diffuso (lambertiano) delle superfici (Fig. 2A), l'emittanza luminosa media rinviata verso l'emisfero superiore si ottiene come prodotto del coefficiente di riflessione per l'illuminamento incidente ($M = \rho \cdot E$), risultando pari a circa 8 lm/m² sulle aree pavimentate illuminate; la corrispondente luminanza media della superficie ($L = \rho \cdot E / \pi$) è dell'ordine di 2,5 cd/m². Questa è l'unica quota di flusso che, in assenza di emissione diretta, può concorrere all'aumento della brillanza del cielo.

Tale valore rappresenta peraltro un limite superiore dell'effetto reale, per due ordini di ragioni. In primo luogo, la stima è riferita all'intera emittanza rinviata verso l'emisfero superiore, mentre solo una frazione di essa — quella diretta verso lo zenit e attenuata dall'assorbimento e dalla diffusione atmosferica — concorre effettivamente alla brillanza del cielo percepita (Fig. 2B). In secondo luogo, la riduzione dell'illuminamento a terra prevista dalla gestione temporale nelle ore non operative (scenario S1, §4.3) riduce proporzionalmente anche questa componente, che nelle fasce di massima quiete notturna risulta ulteriormente contenuta. La componente riflessa, già inferiore per natura a quella diretta e qui azzerata, si conferma pertanto quale contributo residuo di entità contenuta.

FIGURA 2. MODELLO DI EMISSIONE DELLA COMPONENTE RIFLESSA. (A) DISTRIBUZIONE DELL'INTENSITÀ SECONDO IL MODELLO LAMBERTIANO ($I = I_0 \cdot \cos \Theta$) ASSUNTO PER LA STIMA DI CUI AL § 5.3, CON INTENSITÀ MASSIMA VERSO LO ZENIT E NULLA ALL'ORIZZONTE. (B) RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL CONTRIBUTO ALLA BRILLANZA DEL CIELO IN FUNZIONE DELL'ANGOLO ZENITALE, IN CUI ALLA DECRESCITA

DELL'EMISSIONE SI SOMMA L'ATTENUAZIONE ATMOSFERICA CRESCENTE VERSO L'ORIZZONTE; LA CURVA HA VALORE QUALITATIVO-ILLUSTRATIVO E NON QUANTITATIVO.



5.4 INCREMENTO DI BRILLANZA SUL FONDO ESISTENTE

L'incremento di brillanza indotto dalla sola componente riflessa va valutato in rapporto allo stato di fatto del cielo notturno al sito, e non in termini assoluti. La cartografia del World Atlas of Artificial Night Sky Brightness, consultata per le coordinate del sito (45,477 N; 9,035 E), restituisce per l'area i seguenti valori di stato di fatto: brillanza del cielo allo zenit pari a 18,77 mag/arcsec² (SQM), brillanza artificiale di 3.170 µcd/m², rapporto tra brillanza artificiale e brillanza naturale pari a 18,6 e classificazione del cielo in classe 7 della scala Bortle.

Il quadro che ne risulta è quello di un cielo già fortemente artificializzato: la brillanza artificiale supera di circa diciannove volte il fondo naturale, e il sito ricade in una classe (Bortle 7, transizione suburbano-urbana) propria dei contesti periurbani e industriali densamente antropizzati, qual è il comparto in cui il plesso si inserisce. Su un fondo di tale entità, l'incremento marginale indotto dalla sola componente riflessa di un impianto a emissione diretta nulla è trascurabile in termini relativi: esso si somma a una brillanza di comparto già determinata, in misura preponderante, dalle sorgenti preesistenti dell'area industriale — tra cui gli altri edifici del campus Equinix e le attività limitrofe — la cui emissione cumulativa costituisce il fondo effettivo su cui il contributo del plesso va misurato. L'effetto cumulativo di comparto è pertanto già incorporato nel fondo rilevato, rispetto al quale il plesso ML10x — polo unico di progetto — aggiunge una quota riflessa marginale.

Si osserva inoltre che il trend pluriennale della brillanza al sito, restituito dalla stessa cartografia, è in lieve diminuzione (−1,63 %/anno), a indicare un contesto in cui la pressione luminosa complessiva non è in aumento; l'impianto in progetto, per le caratteristiche di contenimento verificate, non inverte tale tendenza.

5.5 ESITO E CRITERIO DI SIGNIFICATIVITÀ

Alla luce delle due componenti analizzate, l'effetto dell'impianto di progetto sullo skyglow si sintetizza nei seguenti temini. La componente diretta è nulla per costruzione, in ragione del cut-off totale riscontrato nei file fotometrici degli apparecchi. La componente riflessa è contenuta e stimata cautelativamente, e ulteriormente riducibile mediante la gestione temporale dello scenario S1. L'incremento complessivo si inserisce su un fondo di cielo già fortemente artificializzato (Bortle 7, brillanza artificiale 3.170 µcd/m², rapporto 18,6 sul naturale), rispetto al quale il contributo del plesso è marginale in termini relativi e non altera la classe di brillanza del sito.

Assunto quale criterio di significatività l'alterazione apprezzabile della brillanza di fondo o della classe Bortle del sito, l'effetto di skyglow indotto dall'impianto di progetto risulta non significativo: esso non modifica lo stato di fatto del cielo notturno, già determinato dal contesto industriale del comparto, e la sua unica componente non nulla — quella riflessa — è contenibile mediante le misure di mitigazione di cui al Cap. 10. Non si configurano pertanto condizioni di impatto significativo sulla componente skyglow, né nella configurazione S0 né in S1, più mitigata.

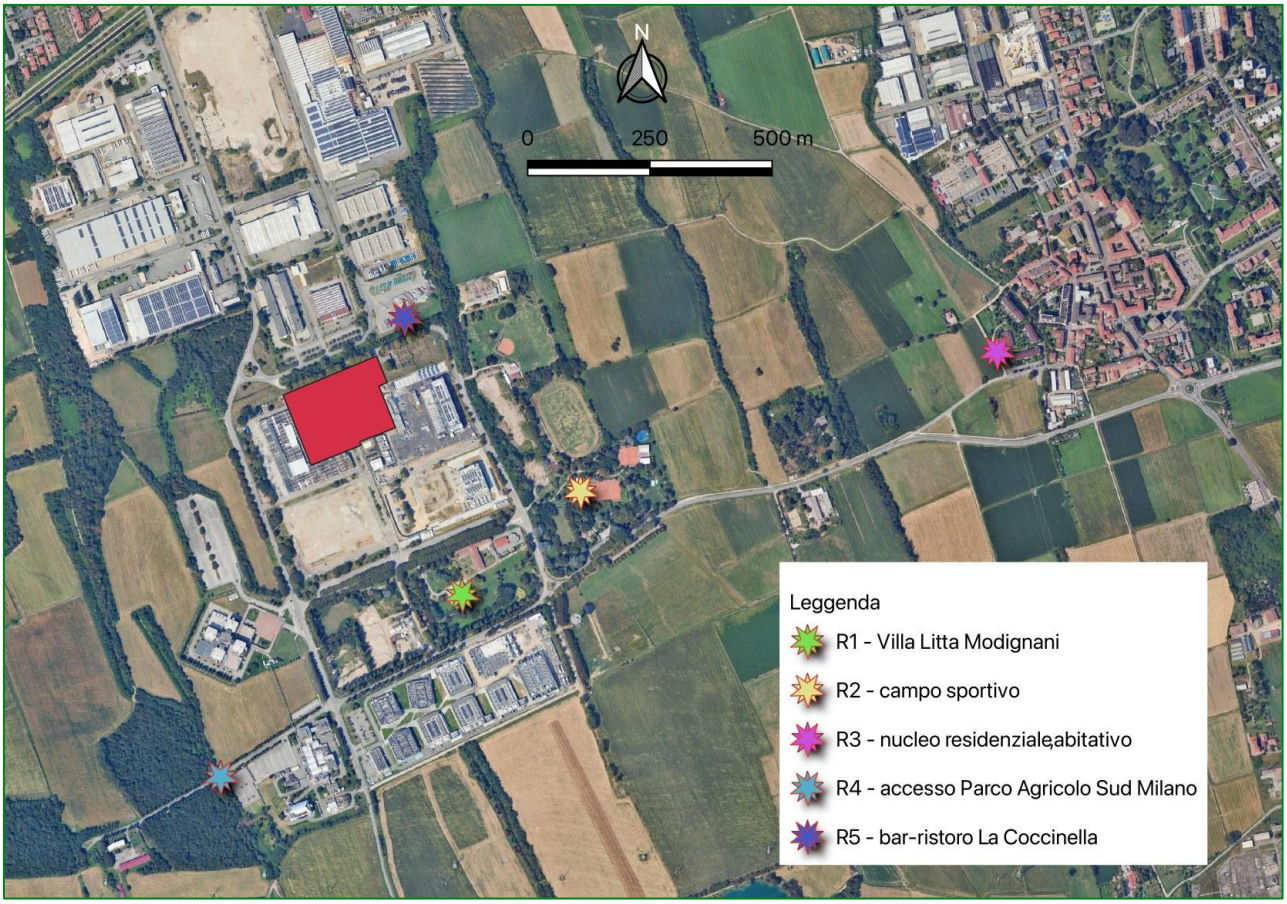
6. ILLUMINAMENTO VERTICALE AI RECETTORI ABITATIVI

Il presente capitolo fornisce riscontro alla richiesta identificata al numero cap. 8 – 6) dell'osservazione, che richiede di verificare l'illuminamento verticale alle finestre dei recettori abitativi. La verifica è condotta assumendo i recettori individuati nello studio acustico del SIA, dei quali il presente Studio valuta l'esposizione alla componente radiazioni ottiche senza riformularne l'individuazione, di competenza di quell'elaborato.

6.1 INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI RICETTORI

I recettori a cui si riferisce l'illuminamento verticale sono gli edifici a destinazione residenziale potenzialmente raggiungibili dall'illuminazione dell'impianto di progetto. Come rilevato al §4.2, l'unico recettore propriamente abitativo tra quelli individuati è il recettore R3, edificio residenziale posto a est del lotto, entro l'abitato di Settimo Milanese, lungo la direttrice orientale. Gli altri recettori prossimi al sito hanno natura d'uso discontinuo o produttivo e non configurano ambienti abitativi permanenti ai fini della verifica dell'illuminamento verticale alle finestre.

FIGURA 3. PERIMETRO DEL PLESSO ML10X (IN ROSSO) E RECETTORI R1–R5 NELL'INTORNO (§4.2); R3 UNICO RECETTORE ABITATIVO. ORTOFOTO SATELLITARE; UTM32N — ETRS89 (EPSG:25832).



Il recettore R3 è al tempo stesso il recettore abitativo più distante dal lotto: la sua collocazione entro l'abitato lo pone a una distanza dal confine del sito pari a 1,4 km lungo la direttrice est. La

caratterizzazione di dettaglio del recettore, tipologia edilizia, quota di piano e orientamento dei fronti finestrati è di competenza dell'elaborato che lo individua; ai fini della presente verifica, esso è assunto quale recettore abitativo di riferimento sulla direttrice orientale e l'esposizione è valutata nella condizione più cautelativa.

6.2 METODO DI CALCOLO (PIANI VERTICALI PER QUOTA DI PIANO E ORIENTAMENTO)

L'illuminamento verticale ai recettori è determinato secondo il modello illuminotecnico di progetto (file .evo) predisposto dal progettista dell'impianto e assunto a riferimento al Cap. 3, nel quale sono inseriti gli oggetti di calcolo propri della presente verifica, senza alcuna modifica degli apparecchi, delle sorgenti o della geometria di progetto (Tab 8).

TABELLA 7. PARAMETRI DELLA VERIFICA DELL'ILLUMINAMENTO VERTICALE AI RECETTORI ABITATIVI (§ 6.2). LA VERIFICA È CONDOTTA AL CONFINE DEL LOTTO, NEL TRATTO PIÙ PROSSIMO ALLA DIREZIONE DEL RECETTORE R3, ASSUMENDO IL VALORE COSÌ OTTENUTO QUALE MAGGIORANTE CAUTELATIVO DELL'ILLUMINAMENTO ALLA FACCIATA DEL RECETTORE, POSTO A DISTANZA DELL'ORDINE DI 1,4 KM.

Voce	Impostazione
Grandezza calcolata	Illuminamento verticale (Ev) — illuminamento perpendicolare sul piano di calcolo
Superficie di calcolo	Piano verticale in corrispondenza del confine del lotto, nel tratto più prossimo alla direzione del recettore R3
Orientamento della normale	Rivolta verso le sorgenti (interno del lotto)
Scenario	S0
Parametro dimensionante	Valore massimo (Ev max)
Assunzione di verifica	Ev al confine assunto quale maggiorante cautelativo dell'Ev alla facciata di R3, posto a distanza dell'ordine di 1,4 km
Riferimento di verifica	Limiti di Ev alle finestre per la zona ambientale del fronte est (§4.1), regimi pre-curfew e post-curfew (§2.5, Tab. 3)
Tavola di calcolo	CG1-4

Data la notevole distanza del recettore abitativo R3 dal lotto — dell'ordine di 1,4 km lungo la direttrice orientale (§6.1) — la verifica non è condotta collocando la superficie di calcolo alla facciata del recettore, esterna all'ambito modellato, bensì in corrispondenza del confine del lotto, nel punto più prossimo alla direttrice che congiunge le sorgenti al recettore. In tale punto è collocata una superficie di calcolo verticale, orientata perpendicolarmente a detta direttrice e con

la normale rivolta verso le sorgenti, così da restituire l'illuminamento verticale incidente prodotto dall'impianto. Il confine del lotto costituisce il punto di massima esposizione lungo la direttrice, in quanto più prossimo alle sorgenti: l'illuminamento verticale alla facciata di R3, posta a distanza dell'ordine di 1,4 km oltre il confine, è necessariamente inferiore, per la caduta dell'illuminamento con il quadrato della distanza e per la presenza di ostacoli interposti. Il valore rilevato al confine è pertanto assunto quale maggiorante cautelativo dell'illuminamento verticale al recettore: la verifica di conformità condotta su tale maggiorante vale, a maggior ragione, per la facciata del recettore.

Su tale superficie il software restituisce l'illuminamento verticale (Ev) nei nodi di una griglia di calcolo a passo regolare, dai quali si desumono il valore medio e il valore massimo. Ai fini della verifica il parametro dimensionante è il valore massimo, in quanto rappresentativo della condizione di massima esposizione lungo la direttrice del recettore.

I valori così ottenuti sono riferiti al solo contributo dell'impianto di progetto. In ragione dell'assenza di sorgenti proprie in corrispondenza del confine considerato e della ricostruzione dello stato di fondo di cui al §4.2, l'illuminamento prodotto dall'impianto è assunto pari all'illuminamento incrementale rispetto alla condizione ante operam; l'approssimazione opera in senso cautelativo.

Il confronto è riferito ai due regimi orari definiti al §4.3 — la configurazione pre-curfew, con impianto a pieno regime, e la configurazione post-curfew, con la parzializzazione e lo spegnimento previsti nelle ore non operative — e ai limiti di illuminamento verticale alle finestre della zona ambientale attribuita al fronte est (§4.1), riportati al §2.5. L'orientamento e la posizione della superficie di calcolo adottati per la verifica sono riportati in corrispondenza dei relativi esiti, a garanzia della ripetibilità.

6.3 VERIFICA PRE-CURFEW E POST-CURFEW

L'illuminamento verticale rilevato al confine est del lotto, nel punto più prossimo alla direttrice del recettore R3, è pari a 0,086 lx nello scenario S0 (tavola di calcolo CG2). Tale valore, riferito al punto di massima esposizione della direttrice, è inferiore a 1/58 del limite pre-curfew (5 lx) e inferiore a un decimo del limite post-curfew (1 lx) propri della zona E2.

Poiché il valore alla facciata del recettore, posto a distanza dell'ordine di 1,4 km oltre il confine, è ordini di grandezza inferiore al valore di confine per effetto della caduta con la distanza, la conformità ai limiti di zona è verificata con ampio margine in entrambi i regimi orari, già assumendo il valore di confine quale maggiorante. Il margine è ulteriormente ampliato, nel regime post-curfew, dalla gestione temporale che sarà valutata nelle fasi progettuali successive(§4.3), che riduce l'emissione dell'impianto nelle ore non operative.

6.4 ESITO

L'illuminamento verticale ai recettori abitativi risulta ampiamente inferiore ai limiti assunti al §2.5 per la zona ambientale di riferimento, in entrambi i regimi orari. Il risultato discende da tre condizioni concorrenti dell'impianto di progetto: l'emissione nulla verso l'alto (cut-off totale,

§3.5), che esclude dispersione diretta oltre il piano orizzontale degli apparecchi; il contenimento dell'illuminamento verticale già in prossimità del confine, documentato dalle verifiche del Cap. 9; e la notevole distanza del recettore abitativo, che rende la facciata di R3 soggetta a un illuminamento verticale trascurabile. Non si configurano pertanto condizioni di illuminamento verticale critiche ai recettori abitativi, in entrambi gli scenari.

7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ABBAGLIAMENTO

7.1 ABBAGLIAMENTO DA APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE (NOTTURNO)

L'abbagliamento diretto generato dagli apparecchi di illuminazione esterna è controllato tramite il controllo dell'emissione ad alto angolo. Per entrambe le tipologie installate (iGuzzini Platea Pro A45 e Disano 1887 Rodio) si è verificata, sui file fotometrici .ies, l'assenza di emissione per angoli γ ≥ 90°, con intensità nulla al di sopra dell'orizzonte. La condizione di full cut-off (criterio C5, §8.2.4: RUL = 0%, I = 0 cd/klm per γ ≥ 90°, montaggio a tilt 0°), unita alla schermatura ottica e all'assenza di componente diretto verso l'alto, limita alla radice la luminanza della sorgente percepibile da posizioni esterne al sito.

Gli apparecchi Disano 1887 Rodio riportano inoltre, secondo la scheda tecnica di prodotto, l'appartenenza al gruppo di rischio esente (Exempt Group) ai sensi della norma EN 62471 per il rischio fotobiologico. Tale classificazione, sebbene riferita alla sicurezza fotobiologica e non all'abbagliamento molesto, conferma l'assenza di condizioni di radianza tali da comportare un rischio per l'osservatore.

Alla luce del controllo full cut-off verificato e dell'assenza di recettori sensibili in prossimità diretta degli apparecchi, non si è ritenuto necessario procedere a una quantificazione analitica dell'indice di abbagliamento (RG secondo CIE 112 / EN 12464-2). La valutazione è condotta su base argomentativa a partire dalle caratteristiche fotometriche verificate.

7.2 ABBAGLIAMENTO DA RIFLESSIONE SOLARE SU SUPERFICI METALLICHE E VETRATE (DIURNO)

La riflessione della radiazione solare sulle superfici dell'involucro costituisce un fenomeno di natura diurna, distinto dall'emissione dell'impianto di illuminazione e da essa indipendente. Dalle sezioni architettoniche di progetto (elaborati architettonici di progetto (Allegati P5–P7), A-303/A-304) l'involucro dei datahall risulta caratterizzato da facciate a sviluppo prevalentemente cieco, con nuclei vetrati limitati ai corpi di collegamento e agli accessi.

In assenza del capitolato dei materiali di finitura, non è possibile caratterizzare quantitativamente il comportamento riflettente delle superfici; la valutazione è pertanto condotta su base qualitativa. Non si rilevano, dagli elaborati disponibili, estese superfici vetrate continue o rivestimenti metallici speculari a grande scala orientati verso i recettori, tali da configurare fenomeni di riflessione solare concentrata. Il fenomeno è ritenuto non significativo ai fini del presente studio, che ha per oggetto l'impatto luminoso dell'impianto di illuminazione artificiale in condizioni notturne. Per il rischio di collisione dell'avifauna connesso alle superfici vetrate, distinto dal presente fenomeno di riflessione solare diurna, si rinvia al §8.3.2, lett. b) e al criterio A4 (§8.3.5).

7.3 LUMINANZA DELLE FACCIATE ILLUMINATE

La verifica ha per oggetto la luminanza delle superfici di facciata dei datahall indotta dallo spill incidentale degli apparecchi di illuminazione del piazzale e delle aree di transito. Si evidenzia

preliminarmente che il progetto illuminotecnico non prevede illuminazione architetturale di facciata: l'eventuale luminanza delle pareti è pertanto una conseguenza non intenzionale della distribuzione degli apparecchi a servizio delle superfici orizzontali (Tab. 9).

TABELLA 8. DATI DI INPUT E CONFIGURAZIONE DELLE SUPERFICI DI VERIFICA DELLE FACCIATE DEI DATAHALL (ORIENTAMENTO, APPARECCHIO DI RIFERIMENTO, ESTENSIONE DEI PIANI DI CALCOLO VERTICALI).

Superficie	Allegato	Orientamento faccia	Apparecchio di riferimento	Altezza superficie [m]	Sviluppo facciata [m]	Griglia di calcolo
FAC-Disano-X64 - EST	CG5	Est (verso perimetro)	Disano 1887 Rodio, h 15 m (fila X≈64)	15	15,5	adattiva DIALux
FAC-Disano-X64 - NORD	CG6	Nord (verso esterno)	Disano 1887 Rodio, h 15 m	15	15,5	adattiva DIALux
FAC-Disano-X64 - SUD	CG7	Sud (verso esterno)	Disano 1887 Rodio, h 15 m	15	15,5	adattiva DIALux
N.B. Superfici di calcolo verticali (illuminamento perpendicolare) inserite nel modello di verifica DIALux evo (ML10x_verifica_RM). Le superfici costituiscono elaborato di valutazione indipendente e						

Ai fini della verifica si è proceduto alla quantificazione dell'illuminamento verticale (Ev) incidente su tre superfici di facciata rappresentative del datahall, mediante piani di calcolo verticali inseriti nel modello DIALux evo. Le tre facciate sono state selezionate in funzione della prossimità alle file di apparecchi Disano 1887 Rodio installati a quota 15 m lungo il perimetro edilizio, che rappresenta il caso più gravoso in termini di flusso incidente sulla parete. I risultati sono riportati negli Allegati CG5, CG6 e CG7.

I valori di illuminamento verticale medio rilevati sono i seguenti: facciata EST (CG5) 2,18 lx, con massimo puntuale 8,14 lx; facciata NORD (CG6) 1,42 lx, con massimo 5,50 lx; facciata SUD (CG7) 1,38 lx, con massimo 4,90 lx (Tab. 10). La facciata EST costituisce il caso peggiore, coerentemente con la maggiore prossimità agli apparecchi Disano; le facciate NORD e SUD presentano valori inferiori.

Le superfici di calcolo si estendono per 15,0 m in altezza, a fronte di uno sviluppo verticale di facciata di 15,5 m rilevabile dalle sezioni di progetto. La fascia sommitale residua di 0,50 m, in quanto più distante dagli apparecchi installati a quota 15 m e prossima al bordo di gronda, riceve illuminamento inferiore alla media rilevata e non modifica l'esito della verifica.

TABELLA 9. RISULTATI DEL CALCOLO DIALUX EVO: ILLUMINAMENTO VERTICALE (EV) MEDIO, MINIMO E MASSIMO SULLE TRE FACCIATE DI VERIFICA.

Superficie	Allegato	Ev medio [lx]	Ev min [lx]	Ev max [lx]	Fonte

FAC-Disano-X64 - EST	CG5	2,18	0,00	8,14	Report DIALux CG5
FAC-Disano-X64 - NORD	CG6	1,42	0,00	5,50	Report DIALux CG6
FAC-Disano-X64 - SUD	CG7	1,38	0,00	4,90	Report DIALux CG7

La luminanza media di facciata è stimata a partire dall'illuminamento verticale mediante la relazione L = ρ · Ev / π, valida per superfici a comportamento diffuso. Il coefficiente di riflessione ρ delle facciate non è desumibile dalla documentazione disponibile, in assenza del capitolato dei materiali di finitura; si assume pertanto, cautelativamente, il valore ρ = 0,50, rappresentativo di una finitura chiara e superiore a quanto suggerito dal render notturno di progetto, in cui le facciate appaiono a bassa riflettanza. L'assunzione è deliberatamente sfavorevole, poiché un coefficiente più elevato comporta una luminanza maggiore.

Con tale assunzione, la luminanza media di facciata nel caso peggiore (EST) risulta pari a circa 0,35 cd/m², e la luminanza corrispondente al massimo puntuale a circa 1,30 cd/m² (Tab. 11). Tali valori si collocano ampiamente al di sotto delle soglie di luminanza media di facciata (Lb) indicate dalla CIE 150:2017 per le zone ambientali pertinenti, dell'ordine di alcune cd/m². Si precisa che le soglie CIE 150 per la luminanza di facciata sono definite per superfici oggetto di illuminazione architetturale intenzionale; nel caso in esame, trattandosi di spill incidentale, tali soglie sono utilizzate come termine di confronto cautelativo a fortiori: anche assimilando la parete a una facciata volontariamente illuminata, la luminanza risultante resta inferiore di oltre un ordine di grandezza al limite. La conclusione è inoltre insensibile all'incertezza sul coefficiente di riflessione, rimanendo al di sotto delle soglie per l'intero intervallo plausibile di ρ.

TABELLA 10. CONVERSIONE DELL'ILLUMINAMENTO VERTICALE IN LUMINANZA DI FACCIATA (L = P · EV / Π) E CONFRONTO CON LA SOGLIA DI RIFERIMENTO CIE 150:2017.

Superficie	Allegato	Ev medio [lx]	L media [cd/m²]	Ev max [lx]	L da picco [cd/m²]	Soglia Lb [cd/m²]*	Verifica
FAC-Disano-X64 - EST	CG5	2,18	0,347	8,14	1,296	5,0	Verificato
FAC-Disano-X64 - NORD	CG6	1,42	0,226	5,50	0,875	5,0	Verificato
FAC-Disano-X64 - SUD	CG7	1,38	0,220	4,90	0,780	5,0	Verificato

N.B. Luminanza di facciata stimata come L = ρ · Ev / π (superfici a comportamento diffuso). Il coefficiente di riflessione ρ non è desumibile dalla documentazione disponibile (assenza del capitolato dei materiali di finitura); si assume cautelativamente ρ = 0,50, valore rappresentativo di finitura chiara e superiore a quanto suggerito dal render notturno di progetto (facciate a bassa riflettanza). L'assunzione è deliberatamente sfavorevole: un valore più elevato produrrebbe una luminanza maggiore. La conclusione resta valida sull'intero intervallo plausibile di ρ.

**Soglia Lb CIE 150:2017 per la luminanza media di facciata, riferita alla zona ambientale pertinente (valore provvisorio E3 = 5 cd/m², da confermare con la riclassificazione di zona di cui al §4). Le soglie CIE 150 sono definite per facciate oggetto di illuminazione architetturale intenzionale: nel caso in esame, trattandosi di spill incidentale, sono impiegate come termine di confronto cautelativo a fortiori. Celle di input evidenziate (ρ e soglia): modificabili, le luminanze si aggiornano.*

Ai fini della completezza della verifica si osserva che la grandezza impiegata (illuminamento verticale, e la luminanza diffusa da esso derivata) descrive il comportamento delle superfici a riflessione diffusa, mentre non è catturato l'eventuale contributo di riflessione speculare direzionale da parte di elementi metallici lisci dell'involucro, fenomeno dipendente dall'allineamento geometrico tra sorgente, superficie riflettente e osservatore. Tale contributo è valutato per via geometrica: il recettore residenziale più prossimo (R3) si colloca a est del sito a distanza dell'ordine di 1,4 km; alle distanze e alle inclinazioni in gioco non si realizza la condizione di allineamento speculare tra apparecchi, superfici di facciata e recettore tale da configurare una riflessione concentrata percepibile, e il contributo è pertanto ritenuto non significativo.

Si richiamano, quali limiti dichiarati della verifica: l'assunzione cautelativa del coefficiente di riflessione in assenza di capitolato materiali; la copertura verticale delle superfici di calcolo pari a 15,0 m sui 15,5 m di sviluppo di facciata, con fascia residua meno esposta; la natura diffusa della grandezza impiegata, integrata dalla valutazione geometrica del contributo speculare. In tutti i casi il trattamento adottato è di tipo cautelativo e non modifica l'esito, che conferma la non significatività dell'impatto in termini di luminanza delle superfici di facciata.

Si precisa, infine, che la presente verifica ha per oggetto la luminanza indotta sulle facciate dall'illuminazione esterna incidente; lo spill luminoso interno attraverso le superfici vetrate nelle ore notturne — fattore di attrazione per l'avifauna di cui al § 8.3.2, lett. b) e oggetto del criterio A3 (§8.3.5) — costituisce fenomeno distinto, non governato dall'impianto di illuminazione esterna e demandato al progetto illuminotecnico degli interni.

7.4 INQUINAMENTO LUMINOSO POLARIZZATO

La luce polarizzata artificiale costituisce una forma di inquinamento luminoso di riconoscimento relativamente recente, distinta dall'inquinamento luminoso convenzionale in quanto legata non all'intensità, bensì allo stato di polarizzazione della radiazione riflessa da superfici lisce. Superfici orizzontali scure e lucide — asfalto bagnato, vetro, pannellature metalliche, specchi d'acqua — riflettono la luce incidente, polarizzandola linearmente e generando segnali che possono interferire con il comportamento della fauna che utilizza la polarizzazione come riferimento ecologico, in particolare degli insetti acquatici che individuano i corpi idrici proprio attraverso la luce polarizzata riflessa (fenomeno noto come trappola ecologica polarizzata).

Nel caso in esame il fenomeno è valutato qualitativamente, in coerenza con l'impostazione di desk study e con l'assenza di strumentazione polarimetrica. Gli elementi che concorrono a contenerne la rilevanza sono i seguenti. In primo luogo, il controllo full cut-off degli apparecchi (§7.1) limita l'emissione diretta alle basse quote di emissione e riduce il flusso radente che

genererebbe riflessione polarizzata sulle superfici orizzontali. In secondo luogo, le superfici potenzialmente polarizzanti presenti nell'area di progetto sono costituite dai piazzali e dalle aree di transito in conglomerato, superfici a finitura opaca e a riflessione prevalentemente diffusa, per le quali il grado di polarizzazione della luce riflessa è contenuto; non si rilevano, dagli elaborati disponibili, estesi specchi d'acqua permanenti né superfici vetrate orizzontali continue in grado di costituire sorgenti significative di polarizzazione. In terzo luogo, la temperatura di colore prevista (criterio C4, §8.2.4: CCT ≤ 2700 K, con lo scenario S1 a 3000 K quale minimo disponibile a catalogo) e la gestione temporale dell'impianto concorrono a ridurre il flusso complessivo nelle ore di massima sensibilità della fauna, in coerenza con le indicazioni spettrali e di regime temporale assunte per l'entomofauna e i chirotteri (§§ 8.2.3, 8.4)

Alla luce di tali elementi, il contributo di inquinamento luminoso polarizzato è ritenuto non significativo ai fini del presente studio. Si raccomanda che, in fase di progettazione esecutiva, siano evitati rivestimenti e finiture esterne ad alta lucentezza o a comportamento speculare, privilegiando materiali opachi o a bassa riflettanza, al fine di contenere il rischio di riflessioni luminose e fenomeni di abbagliamento verso la viabilità e i corridoi ecologici.

8. EFFETTI DELL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE NOTTURNA SULLA FAUNA

8.1 MECCANISMI DI IMPATTO

L'illuminazione artificiale notturna (di seguito ALAN, *Artificial Light At Night*) non costituisce un fattore di disturbo assimilabile agli altri considerati nella valutazione ambientale. Rumore, polveri ed emissioni alterano parametri con i quali le comunità biologiche hanno una storia evolutiva; l'alternanza tra luce e buio, invece, è uno dei pochi caratteri dell'ambiente rimasti costanti per l'intera storia della vita sulla Terra, e su di esso si sono strutturati i ritmi biologici, la ripartizione delle nicchie tra specie diurne e notturne e le strategie di predazione ed elusione. L'ALAN agisce dunque su un parametro rispetto al quale non esiste adattamento pregresso, e per il quale i tempi di risposta evolutiva sono incommensurabilmente più lunghi di quelli della sua diffusione.

Ne discende una conseguenza metodologica rilevante ai fini del presente Studio: l'assenza di un effetto letale diretto non implica l'assenza di impatto. Gli effetti dell'ALAN si manifestano prevalentemente in forma sub-letale — spostamento, evitamento, ritardo, alterazione del bilancio energetico — e si traducono in perdita di funzionalità dell'habitat anche là dove l'habitat resta fisicamente integro. Una superficie illuminata può conservare intatta la propria struttura vegetazionale e cessare nondimeno di essere utilizzabile dalle specie che la frequentavano.

La risposta delle comunità biologiche all'ALAN non dipende da una sola grandezza, ma da quattro parametri fra loro indipendenti, che il progetto illuminotecnico controlla in modo distinto e che il presente Studio verifica separatamente:

a) **Intensità**. Espressa come illuminamento sul ricettore. È il parametro più intuitivo ed è quello su cui verte la maggior parte della letteratura sperimentale. Va rilevato sin d'ora che le soglie di risposta documentate per le specie più sensibili sono di ordine assai inferiore ai livelli di illuminamento previsti dalle norme per i luoghi di lavoro, e in taluni casi inferiori all'unità di lux.
b) **Spettro**. La sensibilità spettrale della fauna non coincide con quella dell'occhio umano, sul quale sono invece tarate le grandezze fotometriche impiegate in illuminotecnica. Ne consegue che due sorgenti di pari illuminamento — quindi equivalenti per la norma tecnica — possono produrre effetti biologici marcatamente diversi. La componente a corta lunghezza d'onda (blu, e ove presente ultravioletto) è quella cui è associata la maggior parte degli effetti documentati.
c) **Regime temporale**. Comprende l'orario di accensione e spegnimento, la durata, l'eventuale parzializzazione notturna e la stagionalità. È il parametro con il maggior rapporto tra efficacia mitigativa e costo, e al tempo stesso quello più frequentemente mal calibrato: la riduzione notturna, se collocata nelle ore centrali, può lasciare integro il disturbo proprio nelle finestre di massima attività della fauna.
d) **Geometria e distribuzione spaziale**. Comprende l'orientamento del flusso, l'emissione al di sopra del piano dell'orizzonte, l'altezza di installazione e la posizione delle sorgenti rispetto agli elementi sensibili. Determina non l'intensità in sé, ma dove l'intensità si manifesta, e con essa la configurazione delle superfici che restano buie.

Gli effetti dell'ALAN sulla fauna sono riconducibili ai sette meccanismi sintetizzati nella Tabella 12. Essi non operano in via alternativa: agiscono in concorso sui medesimi ricettori e i loro esiti si sommano. Per ciascuno sono indicati i gruppi faunistici principalmente interessati, il parametro progettuale che ne governa l'intensità — secondo la classificazione di cui al § 8.1.1 — e la scala alla quale l'effetto si manifesta.

TABELLA 11. MECCANISMI DI IMPATTO DELL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE NOTTURNA SULLA FAUNA: DESCRIZIONE, GRUPPI INTERESSATI, PARAMETRO PROGETTUALE DETERMINANTE E SCALA DI MANIFESTAZIONE.

	Meccanismo	Descrizione ed esito atteso	Gruppi principalmente interessati	Parametro determinante	Scala di manifestazione
I	Attrazione (fototassia positiva)	Richiamo attivo verso la sorgente, con concentrazione degli individui. Esiti: esaurimento energetico, incremento della predazione, sottrazione di individui dall'intorno (*vacuum effect*). La sorgente non redistribuisce la fauna: la rimuove da un'area più ampia di quella illuminata.	Entomofauna notturna (in modo massiccio); avifauna migratrice notturna; alcune specie di chirotteri	Spettro (componente blu e UV); intensità	Individuo → popolazione locale
II	Repulsione ed evitamento	Evitamento attivo delle superfici illuminate, con soglie di risposta talora inferiori all'unità di lux. Non si manifesta come mortalità bensì come assenza: perdita di habitat funzionale a parità di habitat fisico.	Chirotteri luce-avversi; avifauna notturna; erpetofauna	Intensità; spettro	Habitat
III	Effetto barriera e frammentazione funzionale	L'illuminazione di elementi lineari — strade, corsi d'acqua, margini, filari — li rende non attraversabili per le specie luce-avverse, interrompendo le connessioni tra siti di rifugio e aree di alimentazione. Si determina senza sottrazione fisica di habitat. Meccanismo dirimente ai fini della richiesta 8 - 3 (cfr. Cap. 9).	Chirotteri; mammalofauna terricola; erpetofauna	Geometria; intensità	Paesaggio
IV	Alterazione dei ritmi biologici	Interferenza con l'orologio circadiano e con la percezione del fotoperiodo, che regola fenologia riproduttiva, migrazione ed entrata in ibernazione. Soglie di interferenza documentate estremamente basse: è l'unico meccanismo sensibile anche al solo rischiaramento diffuso del cielo (cfr. Cap. 5), e non alla sola illuminazione diretta.	Tutti i gruppi; documentato per chirotteri, avifauna ed entomofauna	Spettro; regime temporale; intensità, anche minima	Individuo → popolazione

V	Alterazione della base trofica ed effetti a cascata	L'attrazione e la mortalità dell'entomofauna modificano disponibilità e distribuzione spaziale delle prede per i livelli trofici superiori. L'effetto raggiunge specie che non rispondono direttamente alla luce.	Chirotteri; avifauna insettivora; erpetofauna (per via indiretta)	Spettro; intensità	Rete trofica locale
VI	Alterazione del rischio di predazione	Modifica dell'equilibrio predatore-preda a vantaggio dei predatori a vista, con esposizione delle specie notturne a una pressione cui non sono adattate. Concorre a spiegare la risposta di evitamento di cui al punto II.	Chirotteri; micromammiferi; entomofauna	Intensità; geometria	Individuo
VII	Alterazione della composizione delle comunità	Esito integrato dei meccanismi precedenti. L'ALAN agisce come filtro ambientale, favorendo le specie opportuniste e penalizzando quelle specializzate: la sua persistenza tende a sostituire comunità articolate con comunità povere, dominate da poche specie generaliste. Effetto lento, cumulativo e non riconoscibile su base annuale.	Intera comunità faunistica	Tutti, in forma cumulativa	Comunità / lungo periodo

8.1.1 CONSEGUENZE SUL CRITERIO DI VALUTAZIONE ADOTTATO

Dai meccanismi sopra descritti discende un carattere della materia che condiziona l'intera valutazione: la medesima intensità luminosa produce risposte opposte in specie diverse. La sorgente che attrae una specie di chirottero ne respinge un'altra; la stessa sorgente che concentra l'entomofauna la sottrae all'area circostante. Non è pertanto possibile definire una soglia unica di illuminamento valida per l'intera fauna, né dedurre l'assenza di impatto dall'assenza di risposta di una singola specie.

Ne consegue che la valutazione dei paragrafi seguenti è condotta:

- per gruppo funzionale e non per singola specie accertata, coerentemente con quanto dichiarato al §1.4, punto 2;
- assumendo, ove le soglie documentate divergano tra specie plausibilmente presenti, il valore riferito alla specie più sensibile, in applicazione del criterio di prudenza di cui al § 1.4;
- verificando tutti e quattro i parametri di cui al § 8.1.1 e non solo l'intensità, poiché la conformità dell'illuminamento non esaurisce la verifica sullo spettro, sul regime temporale e sulla geometria.

A questi si aggiunge un criterio di proporzionalità, che governa l'articolazione del presente capitolo e del successivo: la profondità di trattazione dei singoli gruppi è commisurata al loro rilievo conservazionistico e alla disponibilità di soglie trasferibili; per i gruppi privi di soglie consolidate la tutela è conseguita per via indiretta — attraverso i criteri su spettro, intensità e geometria stabiliti per i gruppi meglio documentati. Ne discende una trattazione approfondita e fondata su soglie per i chirotteri (§8.2) e per l'avifauna (§8.3), gruppi dotati di protezione giuridica specifica e di letteratura quantitativa; e una trattazione proporzionata per l'entomofauna (§8.4) e per le reti ecologiche (Cap. 9), affrontate come sistema e non per soglia. Tale modulazione non riflette una diversa rilevanza dell'impatto, ma la diversa natura del dato disponibile.

8.2 CHIROTTERI

I chirotteri ricevono trattazione autonoma e prioritaria all'interno del presente capitolo per tre ragioni concorrenti.

La prima è di ordine giuridico. Tutte le specie di chirotteri presenti in Italia sono incluse nell'Allegato IV della Direttiva 92/43/CEE e sono pertanto soggette al regime di protezione rigorosa di cui all'art. 12 della medesima, recepito dall'art. 8 del D.P.R. 357/1997 e s.m.i. Tale regime vieta, tra l'altro, la perturbazione deliberata delle specie, segnatamente durante i periodi di riproduzione, allevamento, ibernazione e migrazione, nonché il deterioramento o la distruzione dei siti di riposo. La tutela non è condizionata alla presenza dell'animale nel sito né alla ricadenza in area protetta: opera sull'intero territorio e per il solo fatto che il sito sia idoneo e utilizzato. La letteratura scientifica e le linee guida internazionali concordano nel qualificare l'illuminazione di un rifugio o della relativa via di involo come perturbazione ai sensi della norma citata.

La seconda è di ordine ecologico. I chirotteri sono mammiferi obbligatoriamente notturni, dotati di un sistema di ecolocalizzazione evolutosi da oltre cinquanta milioni di anni in un mondo privo di luce artificiale. Essi presentano inoltre tratti che li rendono particolarmente vulnerabili: longevità elevata a fronte di un tasso riproduttivo bassissimo — di norma un solo piccolo all'anno — e fedeltà pluriennale ai medesimi rifugi. Ne consegue che l'abbandono di un rifugio o l'interruzione di una rotta non sono eventi da cui la popolazione si riprende in tempi brevi.

La terza è di ordine metodologico. Proprio in ragione della loro sensibilità, i chirotteri costituiscono specie bioindicatrici: la loro risposta all'ALAN è documentata da una letteratura sperimentale più ampia e più quantitativa di quella disponibile per gli altri gruppi. Le soglie che ne derivano, assunte in via cautelativa, risultano protettive anche nei confronti dei gruppi per i quali il dato quantitativo è più scarso.

8.2.1 GRUPPI FUNZIONALI E CLASSIFICAZIONE DELLA RISPOSTA

Coerentemente con quanto dichiarato al § 1.4 punto 2, la valutazione è condotta per gruppo funzionale. La classificazione adottata è quella corrente in letteratura, fondata sulla morfologia alare e sulla strategia di caccia, cui corrisponde una risposta all'ALAN marcatamente differenziata (Tab. 13).

TABELLA 12. GRUPPI FUNZIONALI DEI CHIROTTERI E RISPOSTA ATTESA ALL'ALAN.

Gruppo funzionale	Caratteri	Generi/specie plausibilmente presenti nel contesto	Risposta prevalente all'ALAN
Clutter space (spazi confinati)	Volo lento e manovrato, ali larghe, caccia entro la vegetazione fitta	*Rhinolophus* spp., *Myotis* spp., *Plecotus* spp., *Barbastella barbastellus*	Luce-avversa, con soglie di risposta molto basse
Edge space (spazi di margine)	Volo intermedio, caccia lungo margini, filari, corsi d'acqua	*Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii*, *P. nathusii*, *Hypsugo savii*, *Myotis daubentonii*	Variabile e contesto-dipendente: opportunista in foraggiamento, avversa presso rifugi e in transito
Open space (spazi aperti)	Volo rapido, ali strette,	*Nyctalus noctula*, *N. leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *Tadarida teniotis*	Opportunista in foraggiamento, avversa presso

	caccia in aria libera	rifugi e lungo le rotte

Sulla classificazione occorrono due precisazioni, entrambe determinanti ai fini valutativi.

La dicotomia "luce-avverso / luce-opportunista" è funzionale e non tassonomica. La medesima specie manifesta risposte opposte a seconda del contesto: la stessa popolazione che caccia presso un lampione può evitarlo se collocato sulla via di involo del proprio rifugio. La risposta dipende dal *contesto funzionale* (e.g. rifugio, transito, foraggiamento, abbeverata, migrazione) e non dalla sola specie.

L'apparente vantaggio delle specie opportuniste non equivale all'assenza di impatto. Le specie che si concentrano presso le sorgenti lo fanno perché vi si concentrano gli insetti, esponendoli a un incremento del rischio di predazione. Considerando l'insieme dei contesti funzionali e la contrazione della base trofica di cui al § 8.1.1, meccanismo V, l'esito complessivo sullo stato di conservazione è ritenuto negativo anche per tali specie.

8.2.2 EFFETTI PER CONTESTO FUNZIONALE

a) Rifugi e vie di involo. È il contesto di massima criticità e l'unico rispetto al quale non si dà mitigazione, ma soltanto evitamento. L'illuminazione dell'accesso al rifugio determina, nell'ordine: ritardo nell'involo serale; perdita del picco di abbondanza degli insetti, che si colloca al crepuscolo e nell'ora immediatamente successiva; riduzione del tempo utile di caccia; deficit energetico. Gli effetti documentati sulla riproduzione comprendono il rallentamento della crescita e la mortalità dei piccoli. Nei casi più gravi si osserva l'abbandono del rifugio o, ove il cono di luce interessi tutti gli accessi, l'impossibilità di uscirne. La via di involo è vulnerabile quanto il rifugio: l'interruzione di una rotta, anche a distanza dall'accesso, può determinarne, di per sé, l'abbandono.

b) Transito e connessione. Gli elementi lineari del paesaggio — filari, siepi, margini boschivi, rogge, canali — costituiscono le vie di spostamento tra rifugi e aree di alimentazione. La loro illuminazione produce l'effetto barriera di cui al § 8.1.1, meccanismo III. Nel contesto in esame tale meccanismo è dirimente: la matrice agricola circostante il polo industriale è connessa quasi esclusivamente da elementi lineari, e la loro interruzione non è surrogabile.

c) Foraggiamento. Le specie *clutter* evitano attivamente le aree di caccia illuminate, con conseguente svantaggio competitivo rispetto alle specie opportuniste. È rilevante osservare che la maggior parte delle specie di chirotteri di maggiore interesse conservazionistico appartiene al gruppo che evita l'ALAN: l'illuminazione seleziona negativamente proprio le specie più rare.

d) Abbeverata. Contesto specificamente rilevante in ragione della presenza di rogge e fontanili nell'intorno. La luce bianca inibisce l'abbeverata delle specie *clutter* e la riduce anche nelle opportuniste. È un effetto documentato e spesso trascurato nelle valutazioni.

e) Migrazione. *Pipistrellus nathusii* e *Nyctalus noctula*, plausibilmente presenti nel contesto, sono specie migratrici. Per esse è documentata l'attrazione verso sorgenti luminose a distanze superiori alla portata del proprio sonar — il che indica una risposta alla luce in quanto tale e non alla preda. Il dato assume rilievo specifico in relazione all'illuminazione di copertura di cui al § 3.3, collocata a quota tale da risultare visibile da grande distanza e in direzione tale da intercettare il volo migratorio.

La Tabella 14 riporta le soglie di risposta desunte dalla letteratura sperimentale citata al § 1.5. I valori si riferiscono all'illuminamento sul ricettore.

TABELLA 13. SOGLIE DI RISPOSTA DEI CHIROTTERI ALL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DOCUMENTATE IN LETTERATURA.

Soglia	Risposta osservata	Gruppo / specie	Fonte
≈ 10^{-5} lx	Sincronizzazione del ritmo circadiano (soglia più bassa documentata nei vertebrati)	*Molossus molossus*, in condizioni sperimentali	Erkert 2004, in Voigt et al. 2018
0,45 lx	Illuminamento medio delle siepi più regolarmente utilizzate	*Rhinolophus hipposideros*	Stone et al. 2009, in BCT/ILP 2023
< 1 lx	Evitamento in transito, rilevabile fino a 25 m dalla sorgente	*Myotis* spp.	in BCT/ILP 2023
1,9 lx	Risposta di repulsione	Specie luce-avverse	Lacoeuilhe et al. 2014
1–5 lx	Incremento di attività (attrazione) a 10 m dalla sorgente	*Pipistrellus* spp., *Nyctalus* spp.	in BCT/ILP 2023
3,2 lx	Risposta di repulsione	Specie luce-avverse	Kuijper et al. 2008
3,6 lx	Effetti significativi documentati	*Rhinolophus hipposideros*	Stone et al. 2012
4,5 lx	Risposta di repulsione	Specie luce-avverse	Lewanzik & Voigt 2016
11,35 lx	Riduzione significativa dei passaggi	*Myotis* spp.	in BCT/ILP 2023
0–25% del flusso nominale	Nessuna differenza significativa rispetto alla condizione non illuminata	*Myotis* spp.	in BCT/ILP 2023

Dalla tabella discendono tre elementi. Il primo è il termine di paragone: l'illuminamento medio di una strada residenziale secondaria è dell'ordine di 5 lx, e la UNI EN 12464-2 richiede 50 lx per i punti di manovra e le aree di carico e scarico. Le soglie di risposta delle specie più sensibili sono dunque inferiori di uno o due ordini di grandezza rispetto ai livelli di progetto: ne consegue

che la conformità dell'impianto alla norma tecnica non costituisce, di per sé, alcuna garanzia di compatibilità.

Il secondo è che la soglia critica non è quella sull'area illuminata bensì quella sull'elemento sensibile adiacente. Poiché la risposta di evitamento è documentata a meno di 1 lx e fino a 25 m dalla sorgente, il parametro dimensionante non è l'illuminamento di progetto ma l'illuminamento incrementale sui margini, ossia il dato che il calcolo illuminotecnico ordinario non restituisce e che va espressamente richiesto (cfr. § 1.4, punto 3).

Il terzo è di ordine cautelativo. Le linee guida BCT/ILP (2023) precisano espressamente che non esistono soglie di lux per singola specie tali da rendere superflua la valutazione sito-specifica. Le soglie sopra riportate non sono pertanto assunte come limiti di legge, bensì come criteri progettuali cautelativi, ancorati al valore riferito alla specie più sensibile tra quelle plausibilmente presenti, in applicazione del § 1.4.

8.2.3 RISPOSTA SPETTRALE E REGIME TEMPORALE

La risposta dei chirotteri all'ALAN dipende dallo spettro non meno che dall'intensità. I chirotteri possiedono visione cromatica e sensibilità all'ultravioletto; le grandezze fotometriche impiegate in illuminotecnica, tarate sulla curva di sensibilità dell'occhio umano, non ne descrivono la percezione.

Gli elementi consolidati sono i seguenti. La componente a corta lunghezza d'onda — blu e ultravioletto — è quella associata alla maggior parte degli effetti documentati, sia diretti sia mediati dall'attrazione dell'entomofauna. Le linee guida di settore raccomandano sorgenti con temperatura di colore correlata non superiore a 2700 K, picco di emissione a lunghezze d'onda superiori a 550 nm e assenza di componente ultravioletta. Le sorgenti nel rosso presentano, in un ampio numero di contesti, impatto ridotto o nullo per numerose specie.

Il quadro presenta tuttavia due qualificazioni che ne impediscono una lettura semplificata. La prima è che anche la luce rossa non è priva di effetti: per *Rhinolophus hipposideros* è documentato evitamento anche in rosso, e per le specie migratrici (*P. nathusii*, *P. pygmaeus*) è documentata risposta positiva sia al verde sia al rosso. La seconda è che l'eliminazione dell'ultravioletto, conseguita di fatto con la tecnologia LED, risolve solo una parte del problema: la componente blu resta e la risposta comportamentale permane.

Conseguenza per il progetto in esame: il progetto adotta sorgenti a temperatura di colore 3000 K, conformi alla raccomandazione di temperatura di colore ridotta (< 3000 K). Sugli elementi a maggiore sensibilità ecologica il progetto valuterà nella fase di progettazione esecutiva il ricorso a sorgenti in tonalità ambra (2200 K), documentata a catalogo per l'apparecchio Disano (cfr. §3.6).

La riduzione notturna del flusso (part-night lighting) è misura di efficacia elevata a condizione che sia correttamente collocata nel tempo. La sua applicazione acritica può risultare inefficace o controproducente. Il dato che orienta la misura è il seguente: la riduzione del flusso al 25% o meno del valore nominale non produce, per il genere Myotis, differenza significativa rispetto alla condizione non illuminata. È dunque disponibile una leva progettuale di efficacia paragonabile allo spegnimento.

Per converso, è documentato che una riduzione applicata nelle sole ore centrali della notte può lasciare integro il disturbo nelle finestre di massima attività, che si collocano al crepuscolo e nell'ora immediatamente successiva. Per le specie *Myotis*, a emergenza tardiva, un regime di parzializzazione di quattro ore ha prodotto una riduzione del 50% dell'attività trofica pur in assenza di riduzione dell'attività complessiva. Ne consegue che la parzializzazione va calibrata sul ciclo biologico e non sull'orario di lavoro, con particolare riferimento al periodo aprile-settembre (colonie riproduttive) e alle finestre migratorie (cfr. §10.4).

8.2.4 CRITERI PROGETTUALI ASSUNTI

Dai paragrafi precedenti discendono i criteri di seguito riportati (Tab. 14), assunti come riferimento per le verifiche del presente Studio, recepiti nel quadro sinottico delle soglie di cui al § 2.5 e tradotti in misure di mitigazione al Cap. 10.

TABELLA 14. CRITERI PROGETTUALI ASSUNTI PER LA COMPONENTE FAUNA, CON INDICAZIONE, PER CIASCUNO, DELL'IDENTIFICATIVO, DEL CONTENUTO DEL CRITERIO, DEL FONDAMENTO NORMATIVO O SCIENTIFICO E DEL PARAGRAFO IN CUI TROVA APPLICAZIONE

ID	Criterio assunto	Fondamento	§ di applicazione
C1	Assenza di illuminazione diretta e di abbagliamento su rifugi accertati o potenziali e sulle relative vie di involo. Non ammessa mitigazione: solo evitamento.	Art. 12 Dir. 92/43/CEE; art. 8 D.P.R. 357/1997	§ 10.2
C2	Illuminamento incrementale ≤ 0,5 lx sugli elementi lineari di connessione esterni al perimetro operativo (filari, siepi, rogge, margini), assunto quale obiettivo di progetto della configurazione S1	Criterio più restrittivo riferito alla specie più sensibile (0,45 lx, R. hipposideros; Stone et al.), distinto dalla soglia di attenzione generale di 1 lx (§2.5) impiegata per la verifica dello stato di progetto	§§ 9.3, 10.2, 10.9
C3	Fascia buia (*dark buffer*) di ampiezza non inferiore a 25 m tra le sorgenti e gli elementi di connessione, ove non conseguibile il criterio C2	Evitamento *Myotis* document ato fino a 25 m dalla sorgente	§ 10.2
C4	Temperatura di colore correlata ≤ 2700 K; picco di emissione > 550 nm; assenza di componente UV	BCT/ILP 2023; Voigt et al. 2018	§§3.6, 10.3
C5	Emissione nulla al di sopra del piano dell'orizzonte a impianto installato (RUL = 0%; I = 0 cd/klm per γ ≥ 90°); montaggio orizzontale, tilt 0°	L.R. 31/2015, art. 3 c. 3 lett. a); BCT/ILP 2023	§§ 3.5, 10.3

C6	Illuminazione delle aree di manovra normalmente spenta o ridotta al ≤ 25%, con attivazione su presenza	Assenza di differenza significativa rispetto al non illuminato per *Myotis* a ≤ 25%	§10.4
C7	Parzializzazione calibrata sul ciclo biologico, con esclusione della riduzione nelle sole ore centrali	Azam et al. 2015; BCT/ILP 2023	§10.4
C8	Assenza di illuminazione diretta su superfici d'acqua (rogge, fontanili) e relative fasce spondali	Inibizione dell'abbeverata documentata	§ 10.2

8.3 AVIFAUNA

L'avifauna riceve trattazione autonoma per tre ragioni concorrenti. La prima è di ordine giuridico. La Direttiva 2009/147/CE protegge tutte le specie di uccelli selvatici viventi allo stato naturale nel territorio europeo, vietandone all'art. 5 l'uccisione, la cattura e la perturbazione deliberata, segnatamente durante il periodo di riproduzione e di dipendenza. La tutela non è pertanto circoscritta alle specie dell'Allegato I né alle Zone di Protezione Speciale. Occorre nondimeno rilevare che nell'intorno del sito ricade la ZPS IT2050401 "Fontanile Nuovo", per la quale è documentata la presenza di specie dell'Allegato I, tra cui specie ad attività crepuscolare e notturna.

La seconda è di ordine ecologico. A differenza dei chirotteri, l'avifauna non risponde all'ALAN prevalentemente per evitamento, bensì per attrazione e disorientamento. Il fenomeno interessa in modo specifico i migratori notturni, che si orientano mediante riferimenti celesti e un compasso magnetico la cui funzionalità è essa stessa luce-dipendente: la luce artificiale non li allontana, li richiama e ne compromette la navigazione. L'esito non è la perdita di habitat funzionale, ma la mortalità diretta e l'esaurimento energetico.

La terza è di ordine progettuale e specifica del caso in esame. Gli edifici presentano ampie superfici vetrate (cfr. § 3.1) e raggiungono un'altezza massima dell'ordine di 19–20 m in corrispondenza del colmo di copertura, a fronte di un piano di gronda quotato a 15,50 m (DC-03-FFL). Le sole sorgenti luminose collocate in quota sono i proiettori perimetrali installati a 15 m; il colmo di copertura non è illuminato e non è prevista illuminazione di copertura. In un contesto di pianura agricola privo di emergenze verticali, il più elevato elemento illuminato dell'intorno è pertanto costituito dai proiettori a 15 m. La circostanza è rilevante, ma va dimensionata sul dato reale: l'assenza di illuminazione al colmo e la condizione di pieno controllo dell'emissione verso l'alto (ULOR = 0%, § 3.5) delle sorgenti a 15 m circoscrivono in misura sostanziale il bacino di attrazione per l'avifauna migratrice.

8.3.1 GRUPPI FUNZIONALI E CLASSIFICAZIONE DELLA RISPOSTA

Coerentemente con quanto dichiarato al § 1.4 (punto 2), la valutazione è condotta per gruppo funzionale. La classificazione adottata si basa sulla fenologia e sull'uso dello spazio notturno, cui corrisponde una risposta all'ALAN marcatamente differenziata (Tab. 15).

TABELLA 15. GRUPPI FUNZIONALI DELL'AVIFAUNA E RISPOSTA ATTESA ALL'ALAN.

Gruppo funzionale	Caratteri e fenologia	Specie/gruppi interessati	Risposta prevalente all'ALAN
Migratori notturni	Volo migratorio in ore notturne, a quote variabili; orientamento su riferimenti celesti e compasso magnetico luce-dipendente	Passeriformi migratori (silvidi, turdidi, muscicapidi), rallidi, caradriformi	Attrazione e disorientamento; è il gruppo a rischio più elevato
Nidificanti e stanziali dell'agroecosistema	Attività diurna; fenologia riproduttiva regolata dal fotoperiodo	Passeriformi degli ambienti agricoli e di margine; corvidi	Alterazione dei ritmi: anticipo del canto e della deposizione; estensione dell'attività diurna
Rapaci notturni (Strigiformi)	Attività notturna; caccia in ambiente agricolo aperto e di margine	*Athene noctua*, *Tyto alba*, *Strix aluco*	Variabile: predazione facilitata nelle aree illuminate a fronte di evitamento delle stesse da parte delle prede
Specie legate alle acque	Spostamenti crepuscolari e notturni tra colonie e aree trofiche	Ardeidi (incl. specie All. I); anatidi	Attrazione e disorientamento lungo le rotte di spostamento

Sulla classificazione occorrono due precisazioni, entrambe determinanti ai fini valutativi.

La risposta dell'avifauna non è riconducibile a un solo verso. Attrazione, alterazione dei ritmi ed evitamento coesistono a seconda del gruppo e del contesto, e possono manifestarsi simultaneamente sul medesimo impianto. Non è pertanto possibile né definire una soglia unica, né dedurre l'assenza di impatto dalla risposta di un singolo gruppo.

Il rischio non è proporzionale alla presenza locale. I migratori notturni non frequentano il sito: lo attraversano. La popolazione esposta non è quella nidificante nell'intorno, bensì quella in transito lungo la direttrice migratoria, di ordine di grandezza incomparabilmente superiore. Ne consegue che la valutazione non può fondarsi sul solo censimento delle specie presenti.

8.3.2 EFFETTI PER CONTESTO FUNZIONALE

a) Migrazione notturna. È il contesto di massima criticità. Le sorgenti luminose intense e collocate in quota richiamano i migratori notturni da distanze considerevoli; gli individui attratti riducono la velocità di volo, assumono traiettorie circolari attorno alla sorgente, emettono vocalizzazioni e permangono nel cono luminoso, con esiti che comprendono l'esaurimento energetico, l'aumento della predazione, la collisione e la sottrazione dalla rotta migratoria. L'evidenza sperimentale più significativa è quella prodotta sull'installazione Tribute in Light di New York, che ha documentato l'alterazione del comportamento migratorio su centinaia di migliaia di individui e — dato di rilievo predittivo — la normalizzazione del comportamento entro

pochi minuti dallo spegnimento delle sorgenti (Van Doren et al. 2017). Nel caso in esame il flusso emesso verso l'alto dalle sorgenti a 15 m è annullato alla sorgente dalla condizione di full cut-off verificata (ULOR = 0%, I = 0 cd/klm per γ ≥ 90°; § 3.5), e non è prevista illuminazione di copertura: il fattore di rischio principale documentato in letteratura — la sorgente intensa in quota che emette sopra l'orizzonte — risulta pertanto assente allo stato di progetto. Permane il rischio residuo connesso allo spill interno attraverso le vetrate (lett. b) e alla componente riflessa verso l'alto (skyglow, Cap. 5), governati da parametri distinti dall'emissione diretta. Ne discende che il fattore dimensionante è il flusso emesso verso l'alto, e che la leva mitigativa più efficace è temporale e non spettrale.

b) Collisione con superfici vetrate. Meccanismo distinto dall'ALAN in senso stretto ma con esso interagente, e specificamente rilevante in ragione delle facciate continue previste. Opera secondo due modalità: di giorno, per riflessione del cielo e della vegetazione sul vetro, che l'uccello percepisce come spazio percorribile; di notte, per attrazione verso gli ambienti interni illuminati e visibili dall'esterno. La seconda modalità è governata dal progetto illuminotecnico degli interni e dal controllo dello spill luminoso attraverso le vetrate — parametro che il § 3.1 non considera e che va espressamente verificato.

c) Alterazione dei ritmi riproduttivi. L'ALAN altera la percezione del fotoperiodo nelle specie nidificanti e stanziali, con anticipo del canto mattutino, anticipo della deposizione ed estensione dell'attività oltre le ore diurne. L'effetto è documentato a illuminamenti modesti ed è sensibile anche al rischiaramento diffuso del cielo (cfr. § 8.1.1, meccanismo IV, e Cap. 5).

d) Rapaci notturni. L'illuminazione delle aree agricole di margine modifica l'equilibrio tra predatore e preda. L'esito non è univoco — la caccia a vista può risultare agevolata — ma la contrazione della disponibilità di prede indotta dalla riduzione dell'entomofauna e dall'evitamento dei micromammiferi tende a rendere l'effetto complessivo negativo. Il contesto agricolo aperto circostante il polo industriale costituisce area trofica per questo gruppo.

e) Specie legate alle acque. La presenza di rogge e fontanili nell'intorno, e della ZPS IT2050401 a distanza rilevante ai fini degli spostamenti trofici, rende pertinente la valutazione degli effetti sulle rotte crepuscolari e notturne tra siti di nidificazione e aree di alimentazione. Vale, per tali rotte, quanto osservato al § 8.2.2, lett. b) in ordine all'effetto barriera.

8.3.3 EVIDENZA DISPONIBILE E SUA NATURA

Per l'avifauna non è disponibile un corpo di soglie dose-risposta paragonabile a quello descritto al § 8.2.2 per i chirotteri. La circostanza non riflette una minore sensibilità del gruppo, bensì la diversa natura del meccanismo dominante: mentre l'evitamento consente il disegno sperimentale con gradiente di illuminamento, l'attrazione dei migratori opera a scala di paesaggio e su popolazioni in transito, e si presta a evidenza di tipo osservazionale e correlativo.

L'evidenza disponibile è pertanto strutturata per fattori di rischio e non per soglie. La Tabella 16 ne riporta la sintesi.

TABELLA 16. FATTORI DI RISCHIO DOCUMENTATI PER L'AVIFAUNA E LORO RILEVANZA PER IL PROGETTO IN ESAME.

Fattore di rischio	Meccanismo	Natura dell'evidenza	Rilevanza per il progetto
Flusso emesso al di sopra del piano dell'orizzonte	Attrazione dei migratori notturni a distanza	Sperimentale e osservazionale	Bassa/residua: emissione diretta verso l'alto annullata dal full cut-off verificato (ULOR = 0%, § 3.5); assenza di illuminazione di copertura
Sorgenti intense collocate in quota	Idem, con incremento del bacino di attrazione	Osservazionale	Media: sorgenti a 15 m (proiettori perimetrali); colmo a ~19–20 m non illuminato; bacino di attrazione contenuto dal cut-off
Superfici vetrate estese	Collisione diurna per riflessione; notturna per spill interno	Consolidata	Elevata: facciate continue (§ 3.1); abaco materiali non disponibile (§ 1.4, punto 3)
Rischiaramento diffuso del cielo (skyglow)	Alterazione del fotoperiodo percepito; degrado dei riferimenti celesti	Consolidata sul meccanismo, incerta sull'entità	Media: da quantificare al Cap. 5
Illuminazione continua vs intermittente in quota	Le sorgenti a luce fissa determinano mortalità superiore rispetto a quelle intermittenti	Sperimentale (segnalazione ostacoli)	Da verificare: eventuali luci di segnalazione ostacoli sulle torrette fumi
Illuminazione durante le finestre migratorie	Concentrazione temporale dell'esposizione	Consolidata	Elevata: marzo–maggio e agosto–novembre
Spegnimento come misura	Normalizzazione del comportamento entro pochi minuti	Sperimentale, robusta	Elevata: fonda la gestione temporale (§10.4)

Da tale quadro discendono due elementi. Il primo è che il parametro dimensionante per l'avifauna non coincide con quello per i chirotteri. Per i chirotteri è l'illuminamento incrementale sugli elementi sensibili adiacenti; per l'avifauna è il flusso emesso verso l'alto e la quota della sorgente. Un impianto può soddisfare il criterio C2 e nondimeno risultare critico per i migratori, ove emetta flusso al di sopra dell'orizzonte.

Il secondo è di ordine cautelativo. In assenza di soglie proprie, e in applicazione del § 1.4, si assumono a riferimento i criteri C1–C8 di cui al § 8.2.4, che le linee guida di settore riconoscono protettivi anche per i gruppi a evidenza quantitativa più scarsa, integrandoli con i criteri specifici di cui al § 8.3.5.

8.3.4 RISPOSTA SPETTRALE E REGIME TEMPORALE

La risposta spettrale dell'avifauna presenta un'antinomia rispetto a quella dei chirotteri, che il progetto deve gestire esplicitamente.

I migratori notturni si orientano anche mediante un compasso magnetico la cui funzionalità dipende da fotorecettori sensibili alla porzione blu-verde dello spettro. L'evidenza sperimentale documenta che la luce rossa e bianca disorienta i migratori in misura significativamente superiore rispetto alla luce blu e verde (Poot et al. 2008). Per i chirotteri vale, come esposto al § 8.2.3, l'esatto contrario: le lunghezze d'onda lunghe sono quelle a minore impatto, e la componente blu è quella cui è associata la maggior parte degli effetti.

Ne consegue che non esiste una temperatura di colore ottimale per entrambi i gruppi, e che la sola messa a punto dello spettro non costituisce soluzione. Il presente Studio risolve l'antinomia secondo il criterio che segue, motivato in applicazione del § 1.4:

- per l'illuminazione a terra, ove il ricettore prevalente è chirotterologico e il flusso è confinato al di sotto dell'orizzonte, si assume il criterio C4 (CCT ≤ 2700 K);
- per il flusso emesso verso l'alto, ove il ricettore prevalente è l'avifauna migratrice, non si dà ottimizzazione spettrale bensì eliminazione: il criterio applicabile è C5 (RUL = 0%), che rende la questione spettrale non pertinente in quanto rimuove il flusso stesso.

È un esito di rilievo previstivo: l'antinomia spettrale si dissolve se e solo se il flusso verso l'alto è nullo. Ove invece permanga emissione al di sopra dell'orizzonte — segnatamente dall'illuminazione di copertura — nessuna scelta di temperatura di colore risulta soddisfacente per entrambi i gruppi, e il conflitto diviene irrisolvibile in sede di specifica di fornitura.

Regime temporale. Vale, rafforzato, quanto esposto al § 8.2.3. Il dato specifico è la reversibilità documentata: lo spegnimento delle sorgenti determina la normalizzazione del comportamento migratorio entro pochi minuti. Ne discende che, a differenza di altri impatti, quello sull'avifauna migratrice è integralmente e immediatamente reversibile mediante la gestione dell'accensione. La leva temporale è pertanto, per questo gruppo, la più efficace tra quelle disponibili, e va calibrata sulle finestre migratorie (marzo–maggio; agosto–novembre) e sulle ore notturne, con particolare riferimento alle condizioni meteorologiche avverse, che riducono la quota di volo e amplificano l'esposizione.

8.3.5 CRITERI PROGETTUALI ASSUNTI

Ai criteri C1–C8 di cui al § 8.2.4, assunti a riferimento anche per l'avifauna ai sensi del § 8.3.3, si aggiungono i criteri specifici di seguito riportati (Tab. 17).

TABELLA 17. CRITERI PROGETTUALI ASSUNTI PER LA COMPONENTE AVIFAUNA, CON L'INDICAZIONE, PER CIASCUNO, DELL'IDENTIFICATIVO, DEL CONTENUTO DEL CRITERIO,

DEL FONDAMENTO NORMATIVO O SCIENTIFICO E DEL PARAGRAFO IN CUI TROVA APPLICAZIONE.

ID	Criterio assunto	Fondamento	§ di applicazione
A1	Mantenimento dell'assenza di illuminazione permanente in copertura, condizione già propria del progetto (§ 3.3). Eventuali apparecchi di copertura per sicurezza o manutenzione: attivabili su presenza, normalmente spenti, full cut-off e senza emissione oltre il piano dell'orizzonte	Attrazione dei migratori documentata per sorgenti intense in quota; reversibilità immediata allo spegnimento	§§3.6, 10.3, 10.4
A2	Divieto di fasci luminosi orientati verso l'alto, di illuminazione architettonica di facciata e di fari roteanti di qualsiasi tipo	L.R. 31/2015, art. 3 c. 6; Van Doren et al. 2017	§10.3
A3	Controllo dello spill luminoso interno attraverso le superfici vetrate nelle ore notturne, mediante spegnimento automatico, sensori di presenza o schermature	Attrazione notturna verso ambienti interni illuminati	§ 10.5
A4	Adozione di vetrature *bird-friendly* sui fronti prospicienti gli elementi vegetati e le rotte di spostamento	Collisione diurna per riflessione	§ 10.5
A5	Regime di parzializzazione rafforzato nelle finestre migratorie (marzo–maggio; agosto–novembre) ed estensione dello spegnimento in condizioni meteorologiche avverse	Concentrazione temporale dell'esposizione; riduzione della quota di volo	§10.4
A6	Eventuali dispositivi di segnalazione ostacoli, ove previsti, di tipo intermittente e non a luce fissa	Mortalità superiore documentata per luci fisse	§10.3

8.4 ENTOMOFAUNA

Coerentemente con il criterio di proporzionalità enunciato al §8.1.1, l'entomofauna è trattata come sistema e non per soglia: non in ragione di un minor impatto, ma della natura del dato disponibile, che non offre valori-soglia consolidati e trasferibili al contesto. La sua trattazione è nondimeno necessaria, per una funzione di cerniera: è il gruppo su cui l'illuminazione agisce con maggiore immediatezza e, insieme, quello la cui alterazione si propaga ai livelli trofici superiori, fondando gli effetti a cascata di cui al §8.1, meccanismo V.

Due meccanismi concorrono all'impatto. L'attrazione (fototassia positiva) fa convergere gli insetti notturni verso le sorgenti da un intorno assai più esteso dell'area illuminata: l'esito non è una redistribuzione locale ma una sottrazione netta di individui dal territorio circostante — effetto aspirapolvere — con esaurimento energetico, aumento della predazione e mortalità diretta per collisione o per il calore delle sorgenti. Il secondo è la disruzione dei comportamenti mediati dalla

luce naturale — orientamento, riproduzione, ovodeposizione — che l'illuminazione artificiale altera o inibisce.

La risposta dipende in misura determinante dallo spettro: l'attrazione cresce con la componente a corta lunghezza d'onda ed è massima per le sorgenti dotate di emissione ultravioletta, minima per le sorgenti a spettro caldo e prive di UV. Questo dato salda l'entomofauna alla verifica già condotta per i chirotteri: la medesima misura — sorgenti ≤ 3000 K, tendenti all'ambra, prive di componente ultravioletta (§8.2.3) — che protegge i chirotteri dall'evitamento protegge l'entomofauna dall'attrazione. Rilevano inoltre l'intensità, cui il richiamo è proporzionale, e la geometria: le sorgenti schermate riducono il bacino di attrazione, mentre l'illuminazione di copertura (§3.3), visibile da grande distanza, lo amplia.

Ne consegue il regime di tutela adottato: l'entomofauna non è oggetto di verifica autonoma per soglia, ma è assunta quale indicatore integrato dello spettro e quale termine di innesco degli effetti trofici di cui al §8.1, meccanismo V. La sua tutela è conseguita per via indiretta, attraverso i criteri su spettro, intensità e geometria stabiliti per gli altri gruppi. Rileva infine che la contrazione della base trofica così determinata è la via attraverso cui l'impatto raggiunge specie — chirotteri e avifauna insettivori — che alla luce non rispondono direttamente: l'effetto sull'entomofauna è pertanto condizione dimensionante anche là dove il ricettore finale non è l'insetto.

8.5 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI BIOLOGICI E DELLE AREE SENSIBILI

I meccanismi descritti ai paragrafi precedenti non agiscono in modo uniforme sul territorio, ma si manifestano là dove la sorgente luminosa interseca un elemento effettivamente utilizzato dalla fauna. La valutazione degli effetti sulle reti (Cap. 9) e la definizione delle misure (Cap. 10) presuppongono pertanto l'individuazione dei ricettori biologici: gli elementi fisici del sito e del suo intorno la cui funzionalità ecologica è condizionata dal regime luminoso. Essi sono desunti dalla caratterizzazione della Relazione Floro-faunistica, assunta al §1.3, e riletti nel presente Studio sotto il solo profilo della sensibilità alla radiazione ottica.

Si distinguono le seguenti categorie, in ordine di sensibilità decrescente.

I. **Rifugi potenziali e relative vie di involo.** Costituiscono i ricettori di massima criticità, rispetto ai quali, come stabilito al §8.2.2, non si dà mitigazione ma soltanto evitamento. Comprendono edifici, manufatti e formazioni arboree idonei al rifugio dei chirotteri presenti nell'intorno.
II. **Elementi lineari di connessione**. Filari, siepi, margini boschivi, rogge e canali che strutturano la rete di spostamento della fauna nella matrice agricola. Sono i ricettori rispetto ai quali si manifesta l'effetto barriera (§8.1, meccanismo III) e costituiscono l'oggetto principale della valutazione sulle reti ecologiche del Cap. 9.
III. **Superfici d'acqua**. Rogge e fontanili presenti nell'intorno, rilevanti quali siti di abbeverata e di foraggiamento (§8.2.2, lett. d) e quali habitat dell'entomofauna acquatica. La loro illuminazione, diretta o riflessa, è specificamente critica.
IV. **Aree di connessione al sistema del Parco Agricolo Sud Milano**. Il fronte prospiciente il Parco e l'accesso ad esso (ricettore R4, §4.2) costituiscono il punto

di contatto tra l'impianto e il sistema di fruizione e connessione ecologica di scala sovralocale.

Il quadro dei ricettori così individuati è sintetizzato nella tabella 18 seguente, che ne pone in relazione, per ciascuna categoria, il meccanismo di impatto prevalente, il parametro progettuale che lo governa, il regime di tutela adottato e la sede di verifica nel presente Studio.

TABELLA 18. RICETTORI BIOLOGICI: QUADRO SINOTTICO DEL MECCANISMO DI IMPATTO PREVALENTE, DEL PARAMETRO PROGETTUALE DETERMINANTE, DEL REGIME DI TUTELA E DELLA SEDE DI VERIFICA.

Ricettore biologico	Sensibilità	Meccanismo prevalente	Parametro determinante	Regime di tutela	Sede di verifica
Rifugi potenziali e vie di involo	Massima	Perturbazione del rifugio e della via di involo (§8.2.2, a)	Geometria; intensità; regime temporale	Evitamento — non mitigabile	criteri Cap. 10
Elementi lineari di connessione (filari, siepi, rogge, canali)	Alta	Effetto barriera (§8.1, mecc. III)	Illuminamento incrementale ai margini (geometria)	Mitigazione — contenimento dello spill, mantenimento di fasce buie	§9.3 (ΔE al confine, soglia di attenzione 1 lx); criterio di progetto C2 ≤ 0,5 lx (§10.2)
Superfici d'acqua (rogge, fontanili)	Alta	Inibizione di abbeverata e foraggiamento (§8.2.2, d); contrazione della base trofica (§8.1, mecc. V)	Spettro; illuminamento; riflessione	Mitigazione — schermatura, esclusione dell'illuminazione diretta e riflessa	§§9.3
Aree di connessione al Parco Agricolo Sud Milano (fronte e accesso R4)	Alta — scala sovralocale	Discontinuità della connessione (§8.1, mecc. III)	Geometria e intensità sui fronti E2/E1 (§4.1)	Mitigazione — zonizzazione E2/E1, misure di fronte	§4.1; §9.3

La collocazione di tali ricettori rispetto all'impianto — e in particolare rispetto ai fronti classificati E2/E1 al §4.1 — determina le direzioni critiche lungo le quali sono condotte le verifiche di illuminamento incrementale (§6) e di interferenza sulle connessioni (§9). L'individuazione qui fornita ha carattere ricognitivo, sulla base della documentazione disponibile.

9. EFFETTI SULLE RETI ECOLOGICHE

Il presente capitolo fornisce riscontro alla richiesta indicata al punto 8.3 — effetti dell'illuminazione sulle reti ecologiche circostanti. Esso non riguarda gli effetti sui singoli individui o gruppi faunistici, trattati al Cap. 8, ma l'interferenza dell'impianto con la funzionalità connettiva del sistema ecologico, ossia con la sua capacità di consentire il movimento della fauna tra gli elementi che lo compongono. È la scala in cui l'illuminazione produce l'effetto potenzialmente più significativo del progetto: la frammentazione funzionale.

9.1 INQUADRAMENTO NEL SISTEMA DELLE RETI

L'inquadramento del sito nel sistema delle reti ecologiche — Rete Ecologica Regionale (RER), Rete Ecologica Provinciale (REP) e Rete Ecologica Comunale (REC) — è quello riportato nella Relazione Floro-faunistica, che qui si assume integralmente e non si riformula (§1.3). Ai fini del presente Studio se ne richiamano i soli elementi rilevanti per la componente radiazioni ottiche.

Il sito si colloca in un ambito in cui la matrice agricola del Parco Regionale Agricolo Sud Milano assolve una funzione di connessione a scala sovralocale, all'interno di un contesto già frammentato dall'urbanizzazione e dal polo industriale esistente. In un tale contesto, la connettività non è affidata a estese superfici naturali continue, ma è veicolata quasi esclusivamente da elementi lineari — filari, siepi, margini, rogge e canali — che rappresentano l'infrastruttura residua per lo spostamento della fauna. Questa circostanza è dirimente ai fini della valutazione: ove la connessione dipenda da pochi elementi lineari, la loro interruzione non è surrogabile e l'impatto di una barriera luminosa assume rilievo che altrove sarebbe marginale.

9.2 ELEMENTI DI CONNESSIONE POTENZIALMENTE INTERFERITI

Sulla base dell'inquadramento richiamato e della collocazione dell'impianto, gli elementi di connessione potenzialmente interferiti dall'illuminazione di progetto sono quelli prossimi ai fronti classificati E2 ed E1 al §4.1 — i fronti rivolti verso la matrice agricola e il Parco. Vi rientrano gli elementi lineari (filari e siepi di margine, rogge e canali irrigui) che lambiscono il perimetro sui lati rivolti al sistema agricolo e le superfici d'acqua individuate al §8.5, lett. c). Gli elementi prossimi ai fronti E3 — rivolti verso il polo industriale già in esercizio e già illuminato — presentano, viceversa, funzionalità connettiva residua e sensibilità incrementale minore, poiché il contributo del progetto è marginale rispetto a un fondo già alterato.

L'individuazione puntuale di tali elementi discende dalla cartografia della Relazione Floro-faunistica.

9.3 INTERFERENZA DELL'IMPIANTO CON GLI ELEMENTI DI CONNESSIONE

L'interferenza dell'impianto di progetto con gli elementi di connessione individuati al §9.2 è verificata calcolando, per ciascun fronte del lotto, l'illuminamento incrementale prodotto al confine di proprietà. La verifica è condotta sul modello illuminotecnico di progetto assunto a

riferimento al Cap. 3, mediante l'inserimento, lungo il perimetro, di superfici di calcolo verticali collocate in corrispondenza del confine, una per ciascun fronte, con la normale rivolta verso l'interno del lotto e verso le sorgenti; tali superfici sono aggiunte al modello senza modifica degli apparecchi, delle sorgenti o della geometria di progetto, di titolarità del progettista dell'impianto. In ragione dell'assenza di sorgenti proprie sui margini e della ricostruzione dello stato di fondo di cui al §4.2, l'illuminamento prodotto dall'impianto al confine è assunto pari all'illuminamento incrementale rispetto alla condizione ante operam; l'approssimazione opera in senso cautelativo. La verifica è riferita ai valori del calcolo illuminotecnico, in assenza delle misure di mitigazione, e assume la soglia di attenzione di 1 lx propria della zona E1 (§2.5), estesa in via cautelativa a tutti i fronti, compresi quelli che ricadrebbero in classe E2 o E3.

Il quadro degli elementi prospicienti il perimetro del lotto, desunto dagli elementi di connessione individuati al §9.2, è il seguente. I fronti rivolti verso la matrice agricola e il margine del Parco Agricolo Sud Milano — posto a distanza inferiore a circa 100 metri nel punto di massima vicinanza — prospettano gli elementi lineari di connessione individuati nella Relazione Floro-faunistica di riferimento: il canale scolmatore, con la vegetazione di ripa continua dei suoi argini, mappato come elemento lineare dalla Rete Ecologica Comunale, e il fontanile, corso d'acqua minore di importanza ecologica ai sensi dell'art. 63 delle NdA del PTM, presso il quale i rilievi faunistici di riferimento hanno accertato la presenza diretta di batracofauna. Sono questi i fronti rispetto ai quali si applica il regime più restrittivo (E1, soglia 1 lx) di cui al §4.1. I restanti fronti prospettano, rispettivamente, il comparto edificato già in esercizio e il margine verso l'abitato, privi di elementi di connessione ecologica.

I valori di illuminamento incrementale al confine, per ciascun fronte, sono riportati nella tabella seguente, come desunti dalle superfici di calcolo verticali del modello illuminotecnico (tavole di calcolo CG1–CG4).

TABELLA 19. INTERFERENZA DELL'IMPIANTO DI PROGETTO CON GLI ELEMENTI DI CONNESSIONE ECOLOGICA AI FRONTI DEL LOTTO. VALORI RIFERITI ALLO SCENARIO S0, DESUNTI DALLE SUPERFICI DI CALCOLO VERTICALI AI CONFINI. SOGLIA DI ATTENZIONE E1 = 1 LX (§2.5), ESTESA IN VIA CAUTELATIVA A TUTTI I FRONTI.

Fronte	Elemento di connessione prospiciente	Zona (§4.1)	ΔE medio (lx)	ΔE max (lx)	Tavola
Nord	Comparto edificato (Via Meucci, AST)	E3	0	0	CG1
Est	Margine verso l'abitato di Settimo (recettore R3)	E2	0,001	0,086	CG2
Sud	Fontanile Malandrone, matrice agricola	E1	0,01	1,76	CG3
Ovest	Canale scolmatore NO, filari (REC), margine PASM	E1	0,007	3,62	CG4

Sui fronti rivolti verso il comparto edificato e verso l'abitato l'illuminamento incrementale al confine è nullo o trascurabile: il valore massimo, pari a 0,086 lx, è inferiore a un decimo della soglia. Su tali fronti non si configura alcun effetto barriera e la continuità delle fasce buie si mantiene integra.

Sui due fronti rivolti verso la matrice agricola e gli elementi di connessione del Parco, il valore di picco supera la soglia di 1 lx nella configurazione S0, attestandosi rispettivamente a 1,76 lx e 3,62 lx. Il valore di 1 lx qui assunto è la soglia di attenzione con cui si qualifica lo stato di progetto non mitigato; su questi due fronti, che prospettano gli elementi di connessione a maggiore sensibilità, la configurazione S1 è tenuta al criterio più restrittivo di 0,5 lx (criterio C2, §8.2.4), la cui efficacia è verificata al §10.9. Tale esito richiede una lettura attenta degli indicatori definiti al §9.4, che ne circoscrive la portata.

Il primo elemento è la natura fortemente localizzata del superamento. A fronte dei valori di picco indicati, l'illuminamento incrementale medio lungo l'intero sviluppo dei due fronti si mantiene, rispettivamente, a 0,010 lx e a 0,007 lx: valori di due ordini di grandezza inferiori al picco. Un rapporto di tale entità tra illuminamento medio e valore massimo, su fronti estesi per l'intero sviluppo perimetrale, è la firma di un superamento puntuale, circoscritto al nodo di calcolo posto in corrispondenza del singolo apparecchio più prossimo al confine, e non di un'esposizione diffusa lungo l'elemento di connessione. Ne consegue che l'estensione lineare del tratto di confine sopra soglia — indicatore b) del §9.4, misura diretta dell'entità della barriera — è necessariamente circoscritta, e che la continuità delle fasce buie lungo gli elementi di connessione — indicatore c) — si mantiene sostanzialmente integra. La quantificazione lineare puntuale dei due indicatori è determinata sul modello mediante lettura dell'isolinea di 1 lx sulle rispettive superfici di calcolo.

Il secondo elemento è la natura preliminare dei valori riportati, riferiti ai valori del calcolo illuminotecnico, in assenza delle misure di mitigazione. Le misure valutate nelle successive fasi progettuali — schermatura e gestione temporale, comuni ai due scenari — riconducono il picco residuo entro la soglia per effetto della schermatura del flusso laterale verso i margini e della parzializzazione nelle ore non operative: sono queste le misure che, agendo sull'illuminamento, ne riducono il valore. La riduzione della temperatura di colore a ≤ 3000 K, pure prevista nel medesimo scenario, opera su un piano distinto — non abbassa l'illuminamento in lux, ma ne attenua l'efficacia ecologica riducendo la componente a corta lunghezza d'onda cui la fauna è sensibile — e il suo beneficio è colto nella valutazione spettrale (§8) e sullo skyglow (§5), non nel valore di picco qui in esame. Si osserva, peraltro, che l'impiego di sorgenti a temperatura di colore ≤ 3000 K è già previsto, per la fase di cantiere, dalla Relazione Floro-faunistica di riferimento, a conferma della coerenza della misura con il quadro ecologico del progetto. La verifica quantitativa in scenario S1 è riportata al §10.9.

In sintesi, l'interferenza dell'impianto con gli elementi di connessione è nulla o trascurabile sui fronti rivolti al comparto edificato e all'abitato. Sui fronti rivolti alla matrice agricola l'illuminamento incrementale medio è del pari trascurabile, mentre permane — nei valori di calcolo — un valore localizzato oltre soglia, di estensione lineare circoscritta, che non compromette la continuità delle fasce buie e che si valuterà di mitigare.

Si aggiunge una considerazione di contesto, di carattere qualitativo e non necessaria alla dimostrazione di compatibilità, che già discende dalle misure del Cap. 10. I fronti sud e ovest — al pari del fronte est — costituiscono margini interni al comparto industriale del Castelletto, in via di progressiva edificazione nell'ambito di progetti limitrofi. Gli edifici che vi sorgeranno agiranno da ostacolo parziale alla propagazione del flusso residuo dell'impianto ML10x verso l'esterno del comparto, concorrendo a classificare tali fronti in un contesto sempre più prossimo alla zona E3. Tale effetto, non computato nella presente valutazione in quanto riferito a interventi non ancora realizzati, opera in senso ulteriormente cautelativo: la compatibilità è dimostrata indipendentemente da esso, sulla base delle sole misure di schermatura e gestione temporale, e l'eventuale edificazione del comparto non potrebbe che ridurre ulteriormente l'interferenza residua.

9.4 INDICATORI QUANTITATIVI

Ai fini di verifica, l'interferenza sulle reti ecologiche è espressa attraverso i seguenti indicatori, misurabili e ripetibili:

a. **l'illuminamento incrementale** (ΔE, lx) prodotto dall'impianto sugli elementi lineari di connessione e sulle superfici d'acqua individuati al §9.2, rispetto alla condizione di fondo, con soglia di attenzione fissata a 1 lx (§2.5);
b. **l'estensione lineare** (m) degli elementi di connessione soggetti a un illuminamento incrementale superiore alla soglia, quale misura dell'entità della barriera;
c. **la continuità delle fasce buie** (dark corridors) lungo gli elementi di connessione, espressa come lunghezza dei tratti che mantengono l'illuminamento incrementale al di sotto della soglia, quale misura della connettività residua.

Tali indicatori sono calcolati per gli scenari S0 e S1 di cui al §4.3 e per i due regimi orari: il confronto quantifica l'efficacia delle misure di mitigazione nel ripristino della connettività. Gli esiti numerici, una volta elaborato il modello illuminotecnico, sono riportati al §9.3 e richiamati in sintesi al §12.

10. MISURE DI MITIGAZIONE – PREMESSA METODOLOGICA

Il presente capitolo definisce le misure atte a prevenire e ridurre gli effetti dell'illuminazione artificiale, come valutati nei capitoli precedenti. Le misure sono espresse quali indicazioni tecniche da perseguire in sede di progettazione esecutiva: la loro definizioni ad un maggior livello di dettaglio sarà trattata in fase di progettazione esecutivo. Ove una misura risulti già soddisfatta dall'impianto di progetto, essa è formulata come misura di mantenimento, come specificato ai singoli punti. Tutto quanto riportato nel proseguo del capito è quindi da intendersi come un elenco di possibili soluzioni tecniche di possibile applicazione al contesto del progetto ML10-11.

10.1 GERARCHIA APPLICATA

Le misure sono ordinate secondo una gerarchia di priorità, adattata alla componente radiazioni ottiche. L'ordine esprime una precedenza sostanziale: a ciascun livello si ricorre solo per la quota di impatto che il livello precedente non ha potuto eliminare.

a. **Evitamento**. Non generare l'impatto: non illuminare ciò che non necessita di illuminazione, non collocare né orientare sorgenti là dove il flusso interferirebbe con un ricettore sensibile. È l'unica misura ammessa per i ricettori di massima criticità — i rifugi e le relative vie di involo (§§ 8.2.2 e 8.5).
b. **Riduzione e qualificazione della sorgente**. Ove l'illuminazione sia necessaria, se ne riducono e qualificano i caratteri secondo i quattro parametri di cui al §8.1.1: intensità, spettro, regime temporale e geometria.
c. **Schermatura**. Il flusso residuo è contenuto per via fisica, impedendone la propagazione verso i fronti e gli elementi sensibili.

Si evidenzia sin d'ora un esito che orienta l'intero capitolo: la verifica condotta al §10.3 sui dati fotometrici degli apparecchi di progetto dimostra che la geometria di emissione è già conforme al requisito di emissione nulla verso l'alto. Il criterio sugli «apparecchi full cut-off» risulta pertanto già soddisfatto dall'impianto; anche la temperatura di colore ≤ 3000 K è recepita dal progetto con l'adozione delle varianti a 3000 K, e sugli elementi a maggiore sensibilità in fase di progettazione esecutiva verrà valutata l'installazione di sorgenti in tonalità ambra (2200 K).

10.2 MISURE DI EVITAMENTO — PROGETTO E LAYOUT

Le misure di evitamento agiscono sulla concezione dell'impianto, prima che sulle sue componenti, e sono pertanto le più efficaci e le meno onerose.

a. **Limitazione dell'illuminazione al fabbisogno funzionale**. Sono illuminate le sole aree per le quali sussiste un'esigenza operativa o di sicurezza documentata; le superfici prive di tale esigenza — in particolare le fasce perimetrali rivolte alla matrice agricola — restano non illuminate. È esclusa ogni illuminazione ornamentale, scenografica o di valorizzazione architettonica, coerentemente con il divieto di illuminazione di facciata dal basso di cui alla L.R. 31/2015 (§2.1).
b. **Mantenimento delle fasce buie (dark corridors)**. Gli elementi lineari di connessione e le superfici d'acqua individuati al §8.5 sono mantenuti privi di illuminazione diretta e preservati da spill laterale, così da conservarne la continuità funzionale quale via di

spostamento della fauna (§9.3). La verifica del mantenimento dell'illuminamento incrementale entro le soglie del §2.5 — e, sugli elementi lineari a maggiore sensibilità, entro il criterio di progetto C2 (≤ 0,5 lx, §8.2.4) — è condotta al §9.

c. **Evitamento in prossimità dei rifugi.** Nell'intorno dei rifugi potenziali e delle relative vie di involo (§8.5, lett. a) non è collocata né orientata alcuna sorgente.
d. **Orientamento del layout rispetto ai fronti sensibili**. La disposizione e l'orientamento degli apparecchi privilegiano la proiezione del flusso verso l'interno del sito e verso i fronti classificati E3, evitando l'esposizione diretta dei fronti E2 ed E1 (§4.1) e delle direzioni critiche verso il Parco Agricolo Sud Milano e l'accesso R4.

10.3 MISURE SUGLI APPARECCHI

Le misure sugli apparecchi qualificano la sorgente secondo i parametri di intensità, spettro e geometria, e recepiscono i criteri progettuali assunti ai §§ 8.2.4 (chirotteri) e 8.3.5 (avifauna).

a. **Emissione nulla verso l'alto — requisito verificato.** La conformità al requisito di cut-off totale è stata verificata direttamente sui file fotometrici in formato assoluto dei due apparecchi esterni previsti (iGuzzini Platea Pro A45 e Disano 1887 Rodio asimmetrico). L'analisi della distribuzione delle intensità luminose mostra, per entrambi, intensità nulla (0 cd) per angoli pari o superiori a 90° rispetto alla verticale e, conseguentemente, un rapporto di emissione superiore (ULOR) pari a 0%. La validità del calcolo è confermata dalla coincidenza tra il flusso ricavato dall'integrazione fotometrica (10.838 lm) e il flusso nominale dichiarato dal costruttore per l'apparecchio iGuzzini (10.820 lm), con scarto dello 0,2%. Ne consegue che l'impianto di progetto, quanto alla geometria di emissione, è già conforme al requisito di emissione nulla verso l'alto della L.R. 31/2015 (soglia RUL = 0%, §2.5) e alla raccomandazione di apparecchi full cut-off dell'osservazione 83. La presente misura ha pertanto natura di verifica positiva e non di adeguamento: è previsto unicamente il mantenimento di tale caratteristica in fornitura e in installazione, con esclusione di apparecchi orientabili o di puntamenti che portino intensità al di sopra dell'orizzonte.
b. **Temperatura di colore.** Il progetto adotta sorgenti a temperatura di colore 3000 K, conformi all'indicazione di ≤ 3000 K. Sugli elementi a maggiore sensibilità ecologica il progetto prevederà il ricorso a sorgenti in tonalità ambra (2200 K). Il beneficio, di natura spettrale, è valutato al §5 e al §8; non incide sulle grandezze fotometriche.
c. **Contenimento dell'intensità.** Gli illuminamenti di progetto sono limitati ai valori minimi mantenuti richiesti dalla UNI EN 12464-2 per ciascuna categoria di area (§3.4), evitando ogni sovrailluminazione, che costituisce di per sé un onere ambientale ingiustificato. La verifica dei livelli effettivi rispetto ai minimi normativi è condotta sul modello di calcolo al §3.5, che restituisce per le sei aree del piazzale un illuminamento medio compreso tra 22,8 lx e 53,5 lx e un'uniformità U0 tra 0,26 e 0,48, con soddisfacimento in ogni area del profilo 5.1.3 ($\bar{E}$ ≥ 20 lx, U0 ≥ 0,25). Le aree East, West e South presentano un illuminamento medio sensibilmente superiore al minimo di riferimento: nella misura in cui tale scarto non sia assorbito dal fattore di manutenzione, esso costituisce un margine di sovrailluminazione recuperabile, di cui si prevede il contenimento verso il minimo

funzionale, compatibilmente con il requisito di uniformità, mediante regolazione sul sistema di controllo (§10.4).

10.4 MISURE DI GESTIONE TEMPORALE

La gestione temporale sfrutta il sistema di controllo già previsto dal documento di base progettuale, controllo in rete di tipo DALI, con scene di funzionamento distinte, e ne definisce i profili di esercizio ai fini ambientali. Costituisce, insieme al §10.3, il riscontro alla richiesta Cap. 8 - 5 nella parte relativa ai sistemi di gestione temporale.

a. **Regime notturno non operativo**. Nelle ore notturne prive di attività operativa (regime post-curfew, §4.3) l'illuminazione è spenta o ridotta ai soli livelli minimi di sicurezza, mediante profili orari programmati sul sistema di controllo. Ai fronti così regolati si applicano i limiti post-curfew della matrice di cui al §2.5.
b. **Attivazione su presenza**. Le aree a frequentazione discontinua sono servite da illuminazione attivata da sensori di presenza e normalmente spenta. In particolare, l'illuminazione di copertura e dell'area generatori (§3.3) è mantenuta normalmente spenta e attivata solo in occasione di interventi di manutenzione, in ragione del suo rilievo quale contributo prevalente allo skyglow.
c. **Parzializzazione rafforzata nelle finestre migratorie**. Nei periodi di migrazione dell'avifauna (§8.3)(ove compatibile con le condizioni ed i requisiti di security) il regime di riduzione notturna è anticipato e rafforzato.

Dato l'alto livello di operatività delle presenti misure, la loro modalità di applicazione verrà valutata nelle fasi successive di progettazione.

10.5 MISURE SULL'EDIFICIO

Le misure sull'edificio riguardano le superfici e i dispositivi dei corpi di fabbrica, in quanto sorgenti di riflessione, di abbagliamento e di rischio di collisione.

a. **Trattamento anti-collisione delle superfici vetrate**. Sui fronti vetrati a maggior rischio — in particolare il Front of House e le connessioni vetrate prospicienti gli elementi vegetati e le rotte di spostamento — sono adottati accorgimenti anti-collisione per l'avifauna, quali vetrazioni bird-friendly o trattamenti a bassa riflettività e ad alta visibilità per gli uccelli, in coerenza con le misure di anti-collisione già previste in sede progettuale.
b. **Contenimento della riflessione solare**. La riflettanza speculare delle superfici vetrate e metalliche di facciata è contenuta al fine di limitare l'abbagliamento diurno verso la viabilità e i corridoi ecologici (§7.2); la verifica è condotta sulla base dell'abaco delle riflettanze, ove disponibile, e, in sua assenza, in via cautelativa (§1.3, lett. d).
c. **Superficie fotovoltaica a copertura dei parcheggi**. La pensilina fotovoltaica assunta al §1.4 è progettata e orientata per ridurre l'abbagliamento da riflessione verso i ricettori e i corridoi (§7.2), privilegiando moduli con superficie antiriflesso.
d. **Assenza di illuminazione di facciata**. È esclusa ogni illuminazione architettonica proiettata verso l'alto o radente le facciate, in conformità alla L.R. 31/2015 (§2.1).

10.6 MISURE DI SCHERMATURA

La schermatura contiene, per via fisica, il flusso residuo, ove le misure precedenti non siano sufficienti a garantire il rispetto delle soglie sui fronti e sugli elementi sensibili.

a. **Schermatura degli apparecchi.** Gli apparecchi prossimi ai fronti E2 ed E1 sono dotati di alette, visiere o schermi che contengono il flusso laterale nella direzione degli elementi sensibili, riducendo lo spill sugli elementi lineari di connessione e sulle superfici d'acqua entro il criterio di progetto C2 (≤ 0,5 lx, §8.2.4). La verifica di illuminamento incrementale al confine (§9.3) individua nei fronti Sud e Ovest — rivolti alla matrice agricola e agli elementi di connessione del Parco — i soli fronti sui quali, nella configurazione S0, l'illuminamento di picco supera la soglia, attestandosi rispettivamente a 1,76 lx e 3,62 lx in corrispondenza dell'apparecchio più prossimo al confine; su di essi la schermatura è prevista e localizzata. I fronti Nord ed Est, con illuminamento al confine nullo o trascurabile (0 e 0,086 lx), non la richiedono. L'efficacia della schermatura nel ricondurre i picchi entro il criterio è verificata al §10.9.
b. **Schermatura vegetale**. Ove la fascia verde perimetrale (essenze e altezze da definire, §1.4, lett. d) sia disposta lungo i fronti rivolti alla matrice agricola, essa concorre alla schermatura del flusso residuo; la sua efficacia è funzione della continuità e dell'altezza a maturità delle essenze, da verificare in sede di progettazione del verde.
c. **Contenimento dello spill di copertura**. L'illuminazione di copertura, quando attivata (§10.4, lett. b), è dotata di schermatura che ne impedisce la visibilità laterale e dall'alto a distanza.

10.7 MISURE DI CANTIERE

Di seguito sono riportate le misure mitigative relative alla fase di cantiere

a. **Assenza di attività notturne**. L'illuminazione di cantiere è limitata alle ore diurne e crepuscolari di attività; non sono previste lavorazioni in orario notturno.
b. **Caratteri degli apparecchi temporanei**. Gli apparecchi provvisori sono del tipo schermato, orientati verso il basso, con temperatura di colore non superiore a 3000 K e spenti al di fuori dell'orario di lavoro.
c. **Contenimento stagionale**. Nelle finestre riproduttive e migratorie della fauna (§8.3) l'illuminazione di cantiere è ulteriormente contenuta, evitando l'esposizione degli elementi ecologici perimetrali.
d. **Ripristino**. Al termine del cantiere, verranno rimossi tutti gli impianti provvisori e verificata l'assenza di sorgenti residue.

10.8 QUADRO INTEGRATO DELLE MISURE

Le misure sopra descritte sono ricomposte nel quadro seguente (Tab. 21), che ne esplicita, per ciascuna, il livello gerarchico, il parametro su cui agisce, l'effetto o la richiesta cui risponde e la sede di verifica. Il quadro costituisce il riferimento per la verifica dell'efficacia del §10.9.

TABELLA 19. QUADRO INTEGRATO DELLE MISURE DI MITIGAZIONE, CON INDICAZIONE, PER CIASCUNA, DEL LIVELLO GERARCHICO (§10.1), DEL PARAMETRO SU CUI AGISCE, DELL'EFFETTO O DELLA RICHIESTA CUI RISPONDE E DELLA SEDE DI VERIFICA NEL PRESENTE STUDIO.

Misura	Livello (§10.1)	Parametro	Effetto / richiesta cui risponde	Sede di verifica
Limitazione al fabbisogno funzionale; esclusione dell'illuminazione ornamentale	Evitamento	Geometria; intensità	Skyglow; luce intrusiva; oss. 8 - 4/8 - 5	§5; §6
Mantenimento delle fasce buie sugli elementi di connessione e sulle acque	Evitamento	Geometria	Effetto barriera; reti ecologiche; oss. 8 - 3	§9.3;
Evitamento in prossimità dei rifugi	Evitamento	Geometria; regime temporale	Perturbazione del rifugio; oss. 8 - 2	§9.3;
Emissione nulla verso l'alto (cut-off totale) — verificata	Riduzione (acquisita)	Geometria	Skyglow; oss. 8 - 4/8 - 5	§10.3; §5
Temperatura di colore ≤ 3000 K; ambra (2200 K) su E2/E1	Riduzione	Spettro	Fauna, entomofauna; skyglow; oss. 8 - 5	§3.6; §5; §8
Contenimento dell'intensità ai minimi UNI EN 12464-2	Riduzione	Intensità	Sovrailluminazione; luce intrusiva	§§3.4; §3.5
Regime notturno non operativo (spegnimento/riduzione)	Riduzione	Regime temporale	Ore non operative; oss. 8 - 5	§6;
Attivazione su presenza; copertura normalmente spenta	Riduzione	Regime temporale	Skyglow di copertura; oss. 8 - 4	§5;
Parzializzazione rafforzata nelle finestre migratorie	Riduzione	Regime temporale	Avifauna migratoria; oss. 8 - 2	§8.3;
Trattamento anti-collisione delle superfici vetrate	Riduzione	Geometria (edificio)	Collisione avifauna; oss. 8 - 7	§7; §8.3

Contenimento della riflessione solare e trattamento antiriflesso FV	Riduzione	Geometria (edificio)	Abbagliamento diurno; oss. 8 - 7	§7.2
Assenza di illuminazione di facciata	Evitamento	Geometria	Skyglow; L.R. 31/2015	§5
Schermatura degli apparecchi verso i fronti sensibili	Schermatura	Geometria	Spill sugli elementi ecologici; oss. 8 - 3	§9.3; §9.4
Schermatura vegetale perimetrale	Schermatura	Geometria	Luce intrusiva verso il parco	§9.3;
Misure di cantiere (2.13 integrato)	Riduzione	Tutti	Impatto in fase di costruzione	§10.7

10.9 EFFICACIA ATTESA: VERIFICA POST-MITIGAZIONE

L'efficacia possibile delle misure è valutata attraverso il confronto tra la configurazione degli scenari S0 e S1, condotto per ciascuna grandezza ai capitoli di verifica quantitativa e qui ricomposto nei suoi esiti. Il confronto è condotto tenendo distinta la natura delle grandezze in gioco: quelle fotometriche, illuminamento e luminanza, sono invarianti rispetto alla temperatura di colore, sicché il loro esito in S1 discende da quello in S0 per via argomentativa e non richiede una duplicazione del modello a 3000 K; la componente spettrale è valutata dove è determinante, ai §5 e §8; la sola parzializzazione temporale incide sul flusso calcolato ed è presidiata in fase esecutiva.

Sul piano dello skyglow (§5), un esito è già acquisito e non dipende dal calcolo: essendo l'emissione degli apparecchi verso l'alto pari a zero (ULOR 0%, verificato al §10.3 a), il contributo diretto del progetto allo skyglow per emissione sopra l'orizzonte è nullo già nella configurazione S0. Il contributo residuo, dovuto alla frazione di luce riflessa dalle superfici illuminate, è quantificato al §5 con esito non significativo rispetto al fondo cielo ricostruito; l'adeguamento della temperatura di colore a ≤ 3000 K agisce su tale componente, riducendone il contenuto a corta lunghezza d'onda e, dunque, l'efficacia nello scattering atmosferico, senza richiedere un ricalcolo del modello. L'esito sullo skyglow è pertanto acquisito in via analitica e spettrale.

Sul piano dell'illuminamento ai ricettori (§6), il contenimento dell'intensità, la schermatura e il regime notturno concorrono a mantenere l'illuminamento verticale ai fronti abitativi e l'illuminamento incrementale sugli elementi ecologici entro le soglie del §2.5 e, sugli elementi lineari a maggiore sensibilità, entro il criterio di progetto C2 (≤ 0,5 lx, §8.2.4). Tali grandezze sono già calcolate in configurazione S0 ai §6 e §9.3 e vi risultano contenute; poiché non dipendono dalla temperatura di colore e, per l'assunzione cautelativa dichiarata al §4.3, la variante a ≤ 3000 K non presenta flusso superiore, la conformità si estende a S1 a fortiori. Il regime temporale post-curfew, che riduce ulteriormente il flusso effettivamente emesso, è assunto quale misura verificabile in fase esecutiva.

Sul piano dell'abbagliamento (§7), il cut-off verificato, il contenimento della riflettanza e il trattamento della superficie fotovoltaica concorrono a contenere l'indice di abbagliamento e la luminanza delle facciate entro i limiti per zona ambientale; entrambe le grandezze sono valutate al §7 in configurazione S0 e vi risultano contenute. L'invarianza delle grandezze fotometriche rispetto alla temperatura di colore ne estende l'esito a S1 senza necessità di ricalcolo.

Sul piano della fauna (§8) e delle reti (§9), la riduzione spettrale, il mantenimento delle fasce buie e l'evitamento in prossimità dei rifugi concorrono a contenere l'evitamento, l'effetto barriera e l'attrazione entro una significatività residua non rilevante. È su questo versante, quello ecologico e spettrale, che si esprime il beneficio della riduzione della temperatura di colore a ≤ 3000 K, coerentemente con la ricollocazione operata al §4.3: esso non incide sulle grandezze fotometriche, ma sulla componente a corta lunghezza d'onda cui la fauna è sensibile. La verifica quantitativa coincide con quella dell'illuminamento incrementale sopra richiamata.

11. SINTESI E CONCLUSIONI

11.1 ESITO DELLE VERIFICHE

Il presente Studio ha valutato l'impatto luminoso del Data Center ML10x di Settimo Milanese, nella configurazione a plesso unico. La valutazione ha natura documentale (§1.4) e si è fondata sull'elaborazione diretta del modello di calcolo illuminotecnico in formato nativo allegato al presente studio e dei file fotometrici degli apparecchi, letti alla luce della normativa, delle norme tecniche e della letteratura richiamate. Gli esiti per componente sono di seguito ricomposti.

- Sul piano dello skyglow (§5), l'emissione diretta degli apparecchi verso l'alto è nulla (ULOR 0%, verificato sui fotometrici), sicché il contributo diretto del progetto è azzerato per geometria; il contributo residuo, dovuto alla frazione riflessa, si inserisce su un fondo di cielo già fortemente artificializzato (classe Bortle 7, rapporto tra brillanza artificiale e naturale pari a 18,6) e **risulta non significativo**.
- Sul piano dei ricettori abitativi (§6), l'illuminamento verticale al ricettore di riferimento R3 è pari a 0,086 lx nella configurazione di progetto, inferiore a un decimo del limite post-curfew assunto al §2.5. Pertanto **risulta non significativo**.
- Sul piano dell'abbagliamento (§7), l'abbagliamento notturno da apparecchi **è escluso dalla geometria full cut-off verificata**; la luminanza delle superfici di facciata, stimata in via cautelativa, si attesta su un valore massimo di 0,35 cd/m² medio e 1,30 cd/m² di picco al fronte Est, ampiamente entro la soglia di riferimento CIE 150 per la zona ambientale; la riflessione solare diurna è contenuta dalle misure sull'edificio.
- Sul piano delle reti ecologiche (§9), l'illuminamento incrementale ai confini è nullo o trascurabile ai fronti Nord ed Est (0 e 0,086 lx) e presenta, nella sola configurazione di progetto, un picco localizzato ai fronti Sud e Ovest (1,76 e 3,62 lx), circoscritto in prossimità dell'apparecchio più vicino al confine. Tale elemento sarà oggetto di ulterio valutazioni in fase di progettazione definitiva.
- Sul piano della fauna (§8), gli effetti sono stati valutati per gruppo funzionale, con adozione del criterio di evitamento sui rifugi dei chirotteri e del contenimento spettrale e temporale per l'avifauna; risultano **contenuti entro una significatività non rilevante** dalle misure previste.

Le misure di mitigazione possibili elencate al Cap. 10 sono ordinate secondo la gerarchia evitamento–riduzione–schermatura. La verifica ha accertato che il requisito di emissione nulla verso l'alto è già soddisfatto dall'impianto di progetto, sicché la temperatura di colore ≤ 3000 K è recepita dal progetto con l'adozione delle varianti a 3000 K, e il progetto prevede il ricorso a sorgenti ambra (2200 K) sugli elementi a maggiore sensibilità; vi si aggiungono la gestione temporale nelle ore non operative e nelle finestre migratorie (ove compatibile con le condizioni ed i requisiti di security), la schermatura localizzata ai fronti Sud e Ovest e le misure sull'edificio a tutela dell'avifauna.

Nel loro complesso, le misure consentono il passaggio dalla configurazione S0 alla configurazione conforme S1, per la quale lo Studio dimostra la compatibilità dell'intervento con i vincoli di impatto luminoso. La valutazione, la verifica e le indicazioni qui espresse rientrano nel perimetro del presente Studio; la traduzione delle misure in progetto esecutivo compete al progettista dell'impianto.

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Elaborati progettuali del progettista dell'impianto:

- P1 — Calcoli illuminotecnici aree esterne
- P2 — Raccolta schede tecniche apparecchiature luminose esterne
- P3 — Tavola illuminazione esterna
- P4 — Dichiarazione di conformità in materia di inquinamento luminoso
- P5 — Sezione architettonica — Tavola ML10x-DR-A-302
- P6 — Sezione architettonica — Tavola ML10x-DR-A-303
- P7 — Sezione architettonica — Tavola ML10x-DR-A-304

Elaborati del presente Studio:

- A — Addendum alla Relazione Floro-faunistica (componente radiazioni ottiche)
- CG1 — Corridoio ecologico — confine Nord
- CG2 — Corridoio ecologico — confine Est
- CG3 — Corridoio ecologico — confine Sud
- CG4 — Corridoio ecologico — confine Ovest
- CG5 — Illuminamento verticale di facciata — fronte Est
- CG6 — Illuminamento verticale di facciata — fronte Nord
- CG7 — Illuminamento verticale di facciata — fronte Sud

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Progetto "Data Center ML10x nel Comune di Settimo Milanese (già ML10 e ML11)" – Studio di impatto ambientale

Allegato 23 – Studio di Impatto Luminoso

0764977

© Copyright 2026 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved.
No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior written permission of ERM.

P1 — CALCOLI ILLUMINOTECNICI AREE ESTERNE

EQUINIX

ML10x VIA

Impianti elettrici

Calcoli illuminotecnici aree esterne

COMMESSA	260511		
REVISIONE	R02	*REDATTO*	LCH
DATA	07/08/2026	*APPROVATO*	ANA

Questo documento è pensato per la stampa fronte-retro.

DEERNS Italia SpA – via Monte Rosa, 91 – 20149 Milano – via Ostiense, 92 – 00154 Roma
T: +39 02 36167888 – F: +39 02 36167801 – milano@deerns.com
Società per Azioni a Socio Unico – Cap. Soc. € 270.000,00 i.v. – C.F. e P.Iva 04703770158 – C.C.I.A.A. Milano 04703770158 – REA 1032162

R02	07/08/2026	LCH	Sottomissione pratica VIA
R01	17/07/2026	LCH	Sottomissione pratica VIA
Rev	**Data**	**Autore**	**Descrizione**

Indice delle revisioni

Sommario

1 INTRODUZIONE 4

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione identifica i calcoli illuminotecnici delle aree esterne che caratterizzano il nuovo Data Center Equinix ML10x situato in Via Marisa Bellisario, Settimo Milanese (MI). Di seguito l'identificazione in giallo dell'area di progetto.

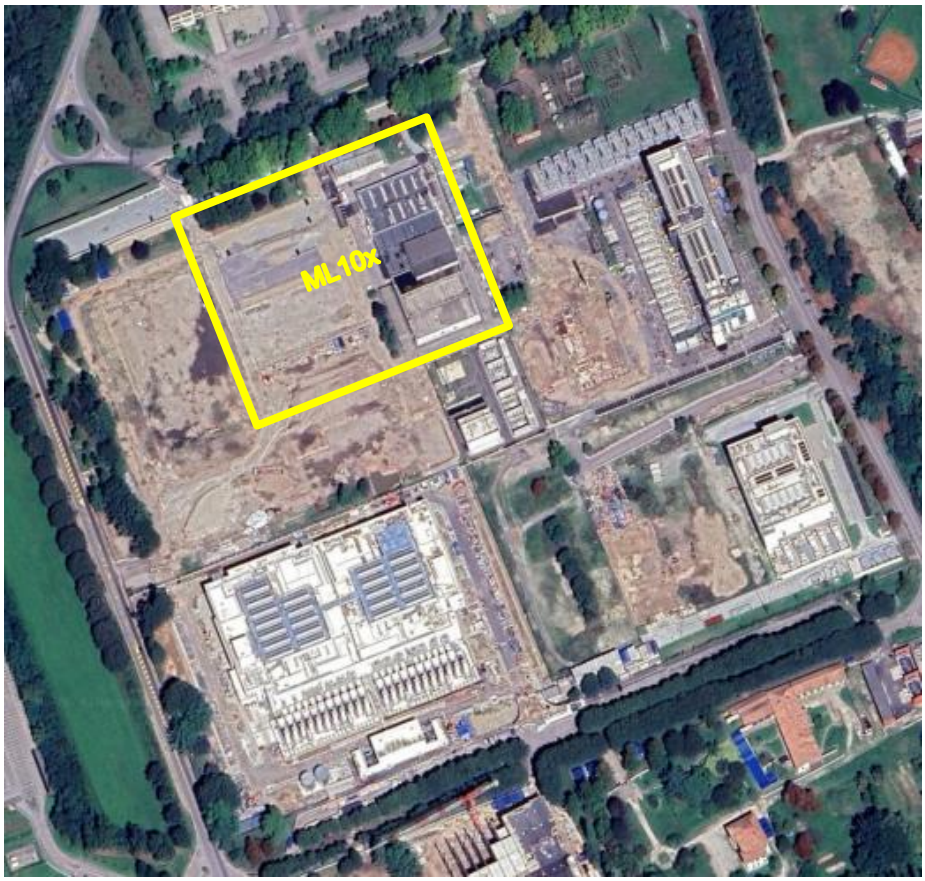


Figura 1 - Individuazione dell'area ML10x - Campus Equinix Castelletto (MI)

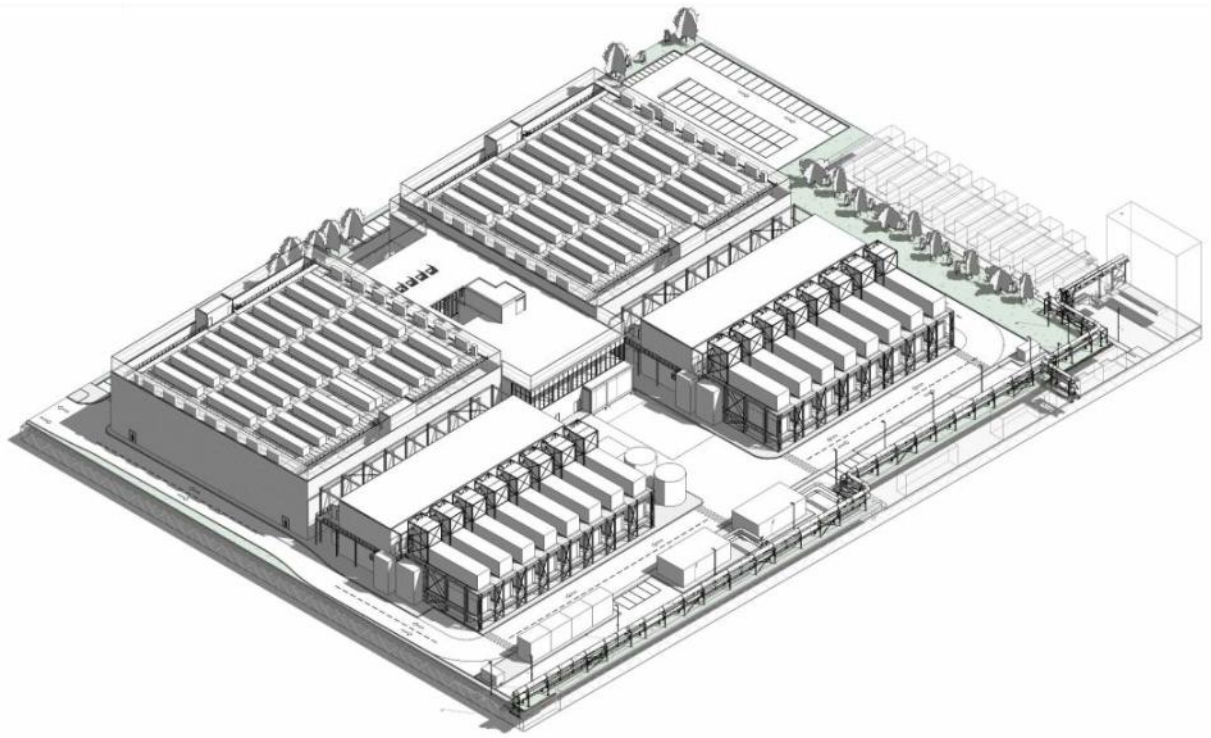
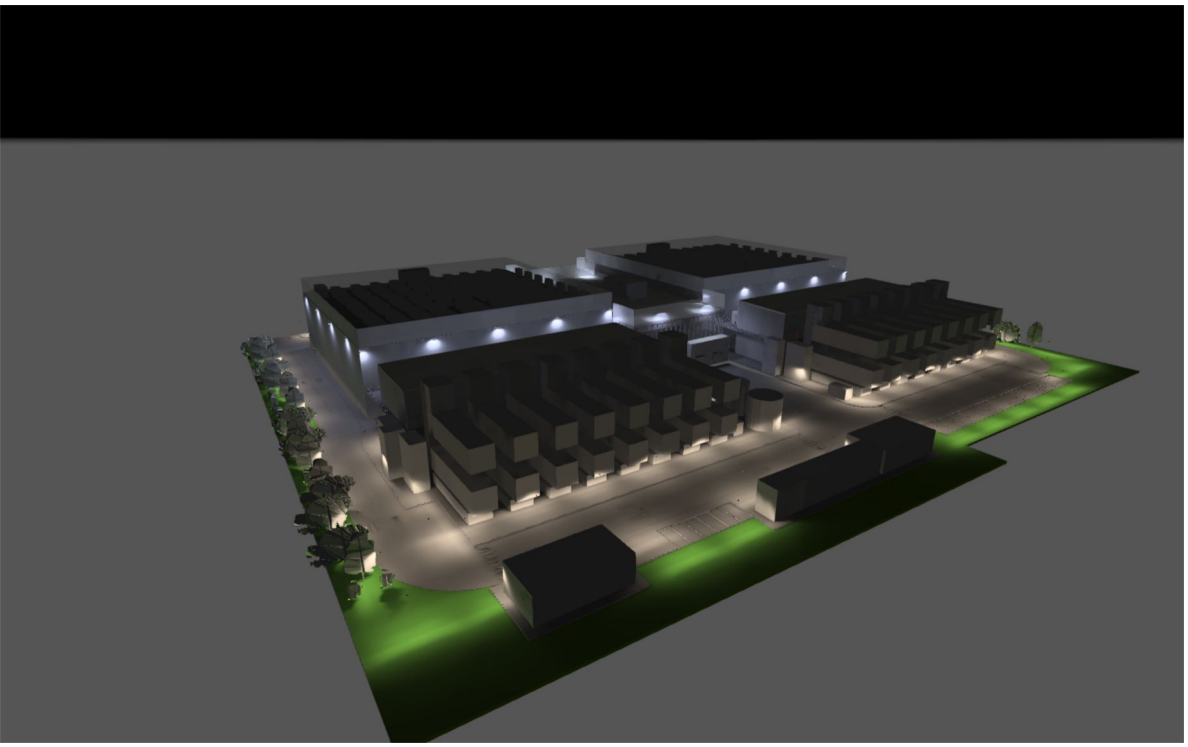


Figura 1 - ML10x - Campus Equinix Castelletto (MI)

Data 07/08/2026

DIALux



ML10x External Lighting

Oggetto
Milan
Italy

Created with DIALux

Premesse

Avvertenze sulla progettazione:

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luce
e delle relative variazioni di intensità.

Contenuto

Copertina ... 1
Premesse ... 2
Contenuto ... 3
Contatti ... 5
Descrizione ... 6
Lista lampade ... 7

Scheda prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite (1x leds8_1887_48_350_55g) ... 8
iGuzzini - Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K (1x LED Neutral White) ... 10

Default

Disposizione lampade ... 11
Lista lampade ... 23
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 ... 24

Default

East-ML10x

Riepilogo / Scena luce 1 ... 26
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 ... 28
East-ML10x / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo) ... 30

Default

North-ML10x

Riepilogo / Scena luce 1 ... 31
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 ... 33
North-ML10x / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo) ... 35

Default

Parking Area

Riepilogo / Scena luce 1 ... 36
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 ... 38

Contenuto

Parking Area / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo) 40

Default
South-ML10x

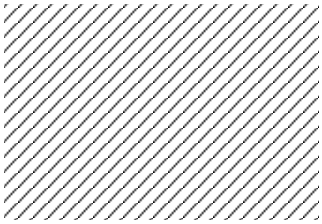
Riepilogo / Scena luce 1 41
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 43
South-ML10x / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo) 45

Default
West-ML10x

Riepilogo / Scena luce 1 46
Oggetti di calcolo / Scena luce 1 48
West-ML10x / Scena luce 1 / Illuminamento perpendicolare (adattivo) 50

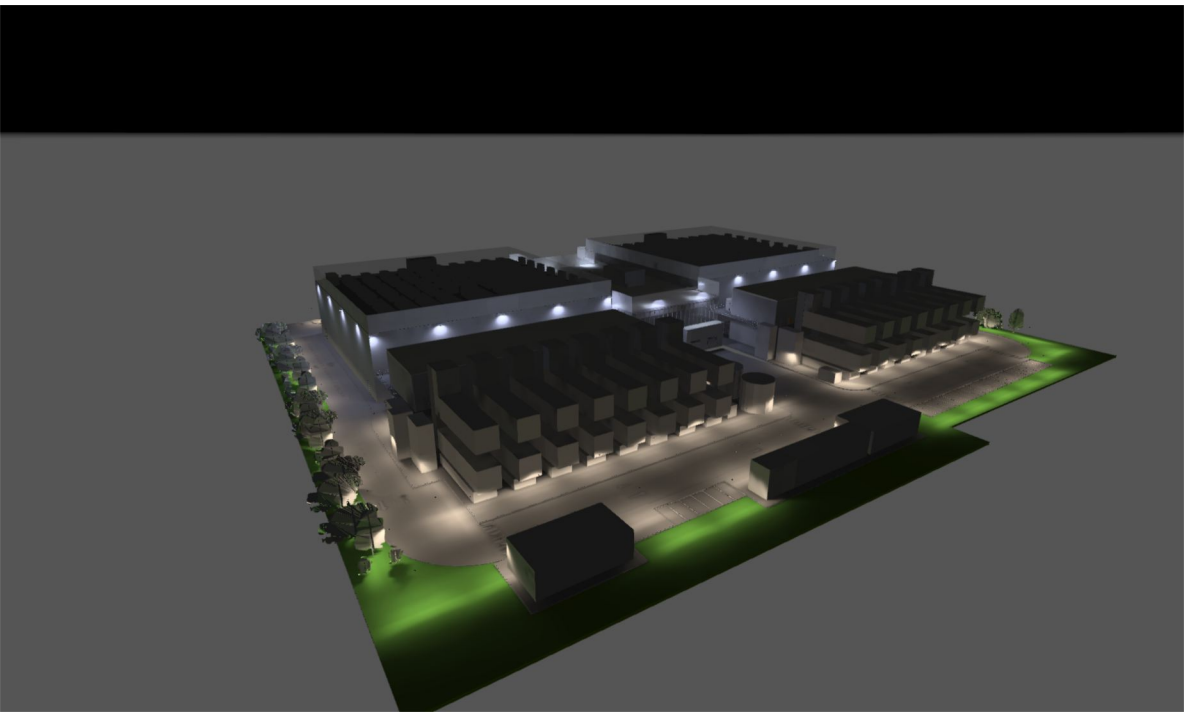
Glossario 51

Contatti



Deerns

Deerns



Descrizione

RIBA Stage 2

Deerns

Deerns

Lista lampade

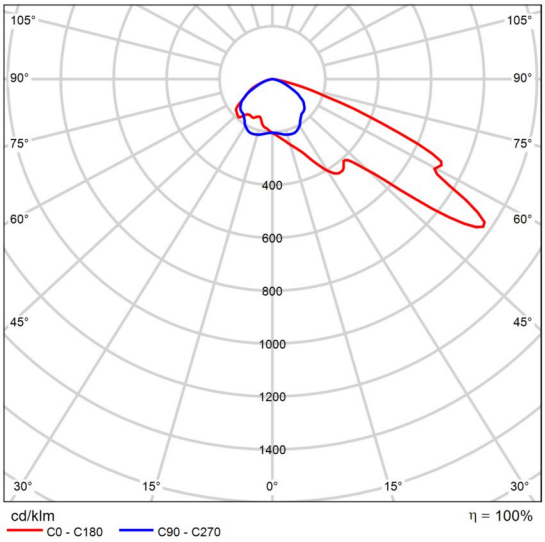
Φ_{totale}	P_{totale}	Efficienza
1700092 lm	11135.5 W	152.7 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
32	Disano Illuminazione S.p.A	414741-00	1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite	102.0 W	18491 lm	181.3 lm/W
91	iGuzzini	P890_A05J	Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K	86.5 W	12180 lm	140.8 lm/W

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Articolo No.	414741-00
P	102.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	18491 lm
$\Phi_{Lampada}$	18491 lm
η	100.00 %
Efficienza	181.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polare

Corpo: in alluminio pressofuso con alette di raffreddamento integrate nella copertura. Ottica: in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Diffusore: vetro temperato sp. 5mm, resistente agli shock termici e agli urti (UNI EN 12150-1:2001). Verniciatura: il ciclo di verniciatura a polvere, interamente automatizzato, prevede una vernice a base poliestere, resistente alla corrosione in nebbia salina e stabilizzata ai raggi UV. Verniciatura speciale: -A richiesta: verniciatura per ambienti marini consigliata per distanze inferiori a 5 km dal mare. -A richiesta: trattamento di conformal coating sottocodice -38 ad elevata resistenza chimica per ambienti con un alta concentrazione di cloro Dissipatore: il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature idonee per garantire ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita. Low flicker: apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva. Rischio fotobiologico: gruppo di rischio esente, secondo la norma EN62471. : EN60598-1. They have a degree of protection according to the EN60529 standard. Equipaggiamento - Dotazione: -completo di staffa zincata e verniciata -connettore stagno per una rapida installazione senza dover aprire l'apparecchio -dispositivo di protezione conforme EN

DIALux

Scheda tecnica prodotto

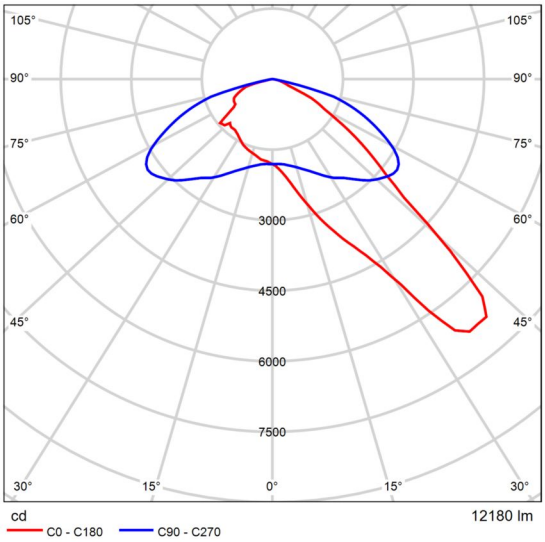
Disano Illuminazione S.p.A - 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

61547 contro i fenomeni impulsivi -valvola anticondensa -guarnizione in gomma siliconica -viterie esterne in acc.inox A richiesta: - protezione fino a 10KV. - Mezzanotte virtuale (sottocodice -30) - led ambra (sottocodice -73 - 2200K) - possibilità di gestione del punto-luce centralizzata o con sensori di presenza/luminosità esterni. - versione speciale (con trattamento di conformal coating con sottocodice -38) ad elevata resistenza chimica per ambienti con un alto grado di concentrazione di cloro.

Scheda tecnica prodotto

iGuzzini - Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

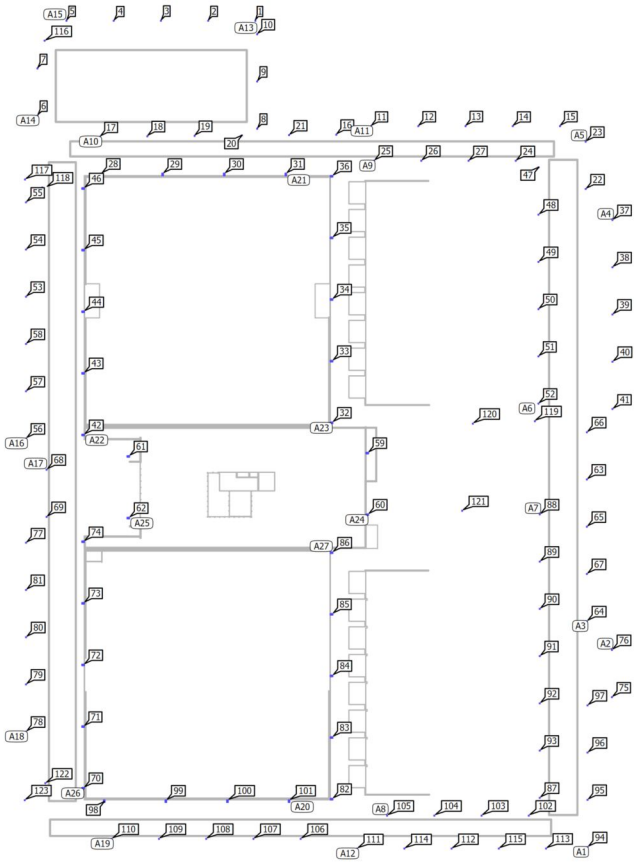
Articolo No.	P890_A05J
P	86.5 W
$\Phi_{Lampadina}$	–
$\Phi_{Lampada}$	12180 lm
η	–
Efficienza	140.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

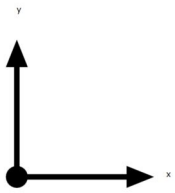


CDL polare

Default

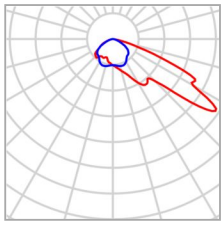
Disposizione lampade





Default

Disposizione lampade



Produttore	Disano Illuminazione S.p.A
Articolo No.	414741-00
Nome articolo	1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite
Dotazione	1x leds8_1887_48_350_55g

P	102.0 W
$\Phi_{Lampada}$	18491 lm

4 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	8.865 m / 83.184 m / 15.000 m
direzione X	4 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A20

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
8.865 m	83.184 m	15.000 m	98
23.865 m	83.184 m	15.000 m	99
38.865 m	83.184 m	15.000 m	100
53.865 m	83.184 m	15.000 m	101

4 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	8.078 m / 235.752 m / 15.000 m
direzione X	4 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A21

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
8.078 m	235.752 m	15.000 m	28
23.078 m	235.752 m	15.000 m	29
38.078 m	235.752 m	15.000 m	30
53.078 m	235.752 m	15.000 m	31

Default

Disposizione lampade

5 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	3.711 m / 172.332 m / 15.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A22

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
3.711 m	172.332 m	15.000 m	42
3.711 m	187.332 m	15.000 m	43
3.711 m	202.332 m	15.000 m	44
3.711 m	217.332 m	15.000 m	45
3.711 m	232.332 m	15.000 m	46

5 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	64.219 m / 175.302 m / 15.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A23

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
64.219 m	175.302 m	15.000 m	32
64.219 m	190.302 m	15.000 m	33
64.219 m	205.302 m	15.000 m	34
64.219 m	220.302 m	15.000 m	35
64.219 m	235.302 m	15.000 m	36

2 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	72.910 m / 167.918 m / 15.000 m
direzione X	2 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A24

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
72.910 m	167.918 m	15.000 m	59
72.910 m	152.918 m	15.000 m	60

2 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Default

Disposizione lampade

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	14.724 m / 167.099 m / 15.000 m
direzione X	2 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A25

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
14.724 m	167.099 m	15.000 m	61
14.724 m	152.099 m	15.000 m	62

5 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	3.712 m / 86.350 m / 15.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A26

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
3.712 m	86.350 m	15.000 m	70
3.712 m	101.350 m	15.000 m	71
3.712 m	116.350 m	15.000 m	72
3.712 m	131.350 m	15.000 m	73
3.712 m	146.350 m	15.000 m	74

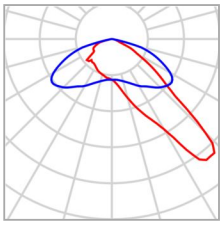
5 x Disano Illuminazione S.p.A 1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	64.219 m / 83.675 m / 15.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 15.000 m
Disposizione	A27

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
64.219 m	83.675 m	15.000 m	82
64.219 m	98.675 m	15.000 m	83
64.219 m	113.675 m	15.000 m	84
64.219 m	128.675 m	15.000 m	85
64.219 m	143.675 m	15.000 m	86

Default

Disposizione lampade



Produttore	iGuzzini	P	86.5 W
Articolo No.	P890_A05J	$\Phi_{Lampada}$	12180 lm
Nome articolo	Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K		
Dotazione	1x LED Neutral White		

4 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	126.532 m / 72.006 m / 4.000 m	126.532 m	72.006 m	4.000 m	94
direzione X	4 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	126.532 m	83.506 m	4.000 m	95
		126.532 m	95.006 m	4.000 m	96
Disposizione	A1	126.532 m	106.506 m	4.000 m	97

2 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	132.474 m / 108.499 m / 4.000 m	132.474 m	108.499 m	4.000 m	75
direzione X	2 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	132.474 m	119.999 m	4.000 m	76

Default

Disposizione lampade

Disposizione	A2

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	126.372 m / 126.991 m / 4.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali
Disposizione	A3

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
126.372 m	161.491 m	4.000 m	63
126.372 m	126.991 m	4.000 m	64
126.372 m	149.991 m	4.000 m	65
126.372 m	172.991 m	4.000 m	66
126.372 m	138.491 m	4.000 m	67

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	132.600 m / 178.653 m / 4.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali
Disposizione	A4

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
132.600 m	224.653 m	4.000 m	37
132.600 m	213.153 m	4.000 m	38
132.600 m	201.653 m	4.000 m	39
132.600 m	190.153 m	4.000 m	40
132.600 m	178.653 m	4.000 m	41

2 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	126.080 m / 232.213 m / 4.000 m
direzione X	2 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali
Disposizione	A5

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
126.080 m	232.213 m	4.000 m	22
126.080 m	243.713 m	4.000 m	23

Default

Disposizione lampade

6 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	114.583 m / 237.457 m / 4.000 m
direzione X	6 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali
Disposizione	A6

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
114.583 m	237.457 m	4.000 m	47
114.583 m	225.957 m	4.000 m	48
114.583 m	214.457 m	4.000 m	49
114.583 m	202.957 m	4.000 m	50
114.583 m	191.457 m	4.000 m	51
114.583 m	179.957 m	4.000 m	52

7 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	114.898 m / 152.997 m / 4.000 m
direzione X	7 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A7

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
114.898 m	83.997 m	4.000 m	87
114.898 m	152.997 m	4.000 m	88
114.898 m	141.497 m	4.000 m	89
114.898 m	129.997 m	4.000 m	90
114.898 m	118.497 m	4.000 m	91
114.898 m	106.997 m	4.000 m	92
114.898 m	95.497 m	4.000 m	93

4 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	112.231 m / 79.661 m / 4.000 m
direzione X	4 Pz., Centro - centro, 11.500 m

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
112.231 m	79.661 m	4.000 m	102
100.731 m	79.661 m	4.000 m	103

Default

Disposizione lampade

Disposizione	A8

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
89.231 m	79.661 m	4.000 m	104
77.731 m	79.661 m	4.000 m	105

4 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	74.558 m / 239.078 m / 4.000 m
direzione X	4 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A9

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
109.058 m	239.078 m	4.000 m	24
74.558 m	239.078 m	4.000 m	25
86.058 m	239.078 m	4.000 m	26
97.558 m	239.078 m	4.000 m	27

6 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	7.860 m / 244.940 m / 4.000 m
direzione X	6 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A10

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
65.358 m	245.418 m	4.000 m	16
7.860 m	244.940 m	4.000 m	17
19.360 m	245.036 m	4.000 m	18
30.859 m	245.131 m	4.000 m	19
42.359 m	245.227 m	4.000 m	20
53.859 m	245.322 m	4.000 m	21

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	73.832 m / 247.506 m / 4.000 m

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
73.832 m	247.506 m	4.000 m	11
85.332 m	247.506 m	4.000 m	12

Default

Disposizione lampade

		X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 11.500 m				
Disposizione	A11	96.832 m	247.506 m	4.000 m	13
		108.332 m	247.506 m	4.000 m	14
		119.832 m	247.506 m	4.000 m	15

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	116.432 m / 71.644 m / 4.000 m	70.432 m	71.644 m	4.000 m	111
direzione X	5 Pz., Centro - centro, Distanze disuguali	93.432 m	71.644 m	4.000 m	112
		116.432 m	71.644 m	4.000 m	113
Disposizione	A12	81.932 m	71.644 m	4.000 m	114
		104.932 m	71.644 m	4.000 m	115

3 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	46.100 m / 269.871 m / 4.000 m	46.100 m	246.871 m	4.000 m	8
direzione X	3 Pz., Centro - centro, 11.500 m	46.100 m	258.371 m	4.000 m	9
Disposizione	A13	46.100 m	269.871 m	4.000 m	10

2 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	-7.406 m / 250.048 m / 4.000 m	-7.406 m	250.048 m	4.000 m	6
direzione X	2 Pz., Centro - centro, 11.500 m	-7.406 m	261.548 m	4.000 m	7

Default

Disposizione lampade

Disposizione	A14

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	45.668 m / 273.167 m / 4.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A15

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
45.668 m	273.167 m	4.000 m	1
34.168 m	273.167 m	4.000 m	2
22.668 m	273.167 m	4.000 m	3
11.168 m	273.167 m	4.000 m	4
-0.332 m	273.167 m	4.000 m	5

6 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	-10.179 m / 228.975 m / 4.000 m
direzione X	6 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A16

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
-10.179 m	205.975 m	4.000 m	53
-10.179 m	217.475 m	4.000 m	54
-10.179 m	228.975 m	4.000 m	55
-10.179 m	171.475 m	4.000 m	56
-10.179 m	182.975 m	4.000 m	57
-10.179 m	194.475 m	4.000 m	58

2 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	-5.179 m / 163.884 m / 4.000 m
direzione X	2 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A17

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
-5.179 m	163.884 m	4.000 m	68
-5.180 m	152.384 m	4.000 m	69

Default

Disposizione lampade

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	-10.178 m / 146.100 m / 4.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A18

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
-10.178 m	146.100 m	4.000 m	77
-10.179 m	100.100 m	4.000 m	78
-10.179 m	111.600 m	4.000 m	79
-10.179 m	123.100 m	4.000 m	80
-10.179 m	134.600 m	4.000 m	81

5 x iGuzzini illuminazione S.p.A Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K

Tipo	Disposizione in fila
1ª lampada (X/Y/Z)	56.694 m / 74.008 m / 4.000 m
direzione X	5 Pz., Centro - centro, 11.500 m
Disposizione	A19

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
56.694 m	74.008 m	4.000 m	106
45.194 m	74.008 m	4.000 m	107
33.694 m	74.008 m	4.000 m	108
22.194 m	74.008 m	4.000 m	109
10.694 m	74.008 m	4.000 m	110

Lampade singole

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
-5.668 m	268.306 m	4.000 m	116
-10.422 m	234.533 m	4.000 m	117
-6.214 m	232.576 m	4.000 m	118
113.707 m	175.681 m	4.000 m	119
98.607 m	175.081 m	4.000 m	120

Default

Disposizione lampade

X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
96.007 m	153.881 m	4.000 m	121
-5.480 m	87.563 m	4.000 m	122
-10.490 m	83.417 m	4.000 m	123

Default

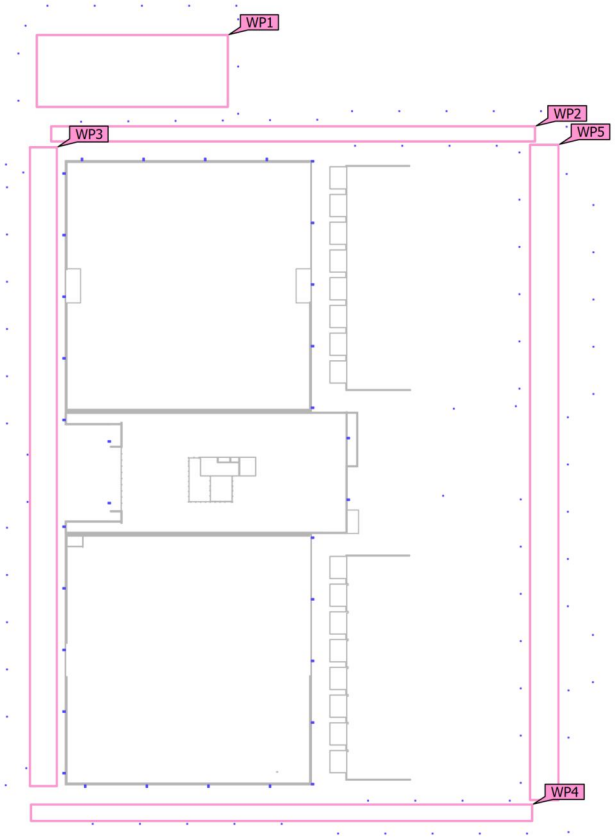
Lista lampade

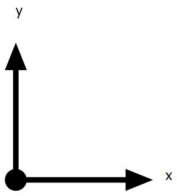
Φ_{totale}	P_{totale}	Efficienza
1700092 lm	11135.5 W	152.7 lm/W

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
32	Disano Illuminazione S.p.A	414741-00	1887 Rodio HE - asimmetrico 4000K CRI 80 102W CLD Grafite	102.0 W	18491 lm	181.3 lm/W
91	iGuzzini	P890_A05J	Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Neutral White - A45 street optic. - 86.5W 12180lm - 4000K	86.5 W	12180 lm	140.8 lm/W

Default (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo





Default (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
East-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	64.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	33.6 lx	211 lx	0.52 (≥ 0.25) ✓	0.16	WP2
North-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	36.3 lx (≥ 20.0 lx) ✓	24.1 lx	131 lx	0.66 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP3
Parking Area Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	20.7 lx (≥ 20.0 lx) ✓	5.25 lx	204 lx	0.25 (≥ 0.25) ✓	0.026	WP1
South-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	28.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	8.22 lx	121 lx	0.29 (≥ 0.25) ✓	0.068	WP5
West-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	60.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	20.4 lx	144 lx	0.34 (≥ 0.25) ✓	0.14	WP4

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

East-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo

Base	433.34 m^2	Altezza $_{\text{Superficie utile}}$	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine $_{\text{Superficie utile}}$	0.000 m

East-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{perpendicolare}$	64.1 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP2
	U_o (g_1)	0.52	≥ 0.25	✓	WP2
Valori di consumo(2)	Consumo	0.00 kWh/a	max. 15200 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 117.776 m X 3.679 m e SHR di 0.25.
(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

East-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

East-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

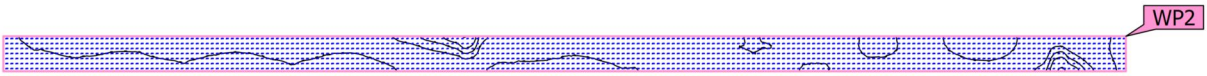
Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
East-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	64.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	33.6 lx	211 lx	0.52 (≥ 0.25) ✓	0.16	WP2

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

East-ML10x (Scena luce 1)

East-ML10x

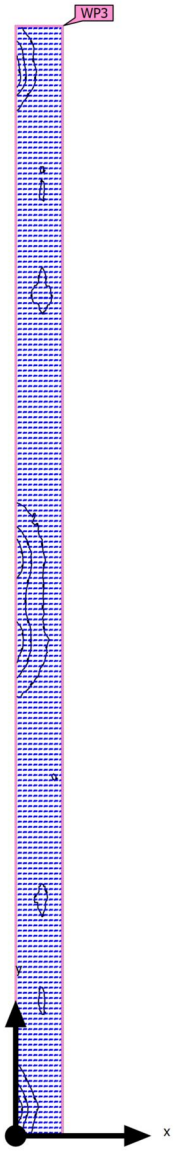


Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
East-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	64.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	33.6 lx	211 lx	0.52 (≥ 0.25) ✓	0.16	WP2

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

North-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo



Base	1018.53 m²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

North-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

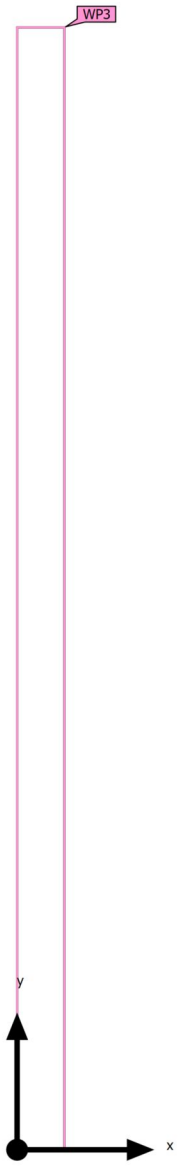
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{perpendicolare}$	36.3 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP3
	U_o (g_1)	0.66	≥ 0.25	✓	WP3
Valori di consumo(2)	Consumo	0.00 kWh/a	max. 35650 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 155.500 m X 6.550 m e SHR di 0.25.
(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

North-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



North-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

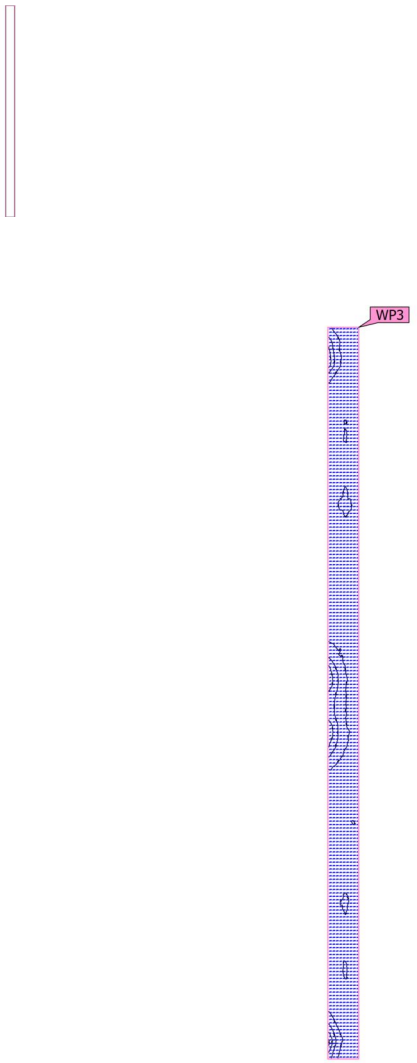
Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
North-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	36.3 lx (≥ 20.0 lx) ✓	24.1 lx	131 lx	0.66 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP3

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

North-ML10x (Scena luce 1)

North-ML10x

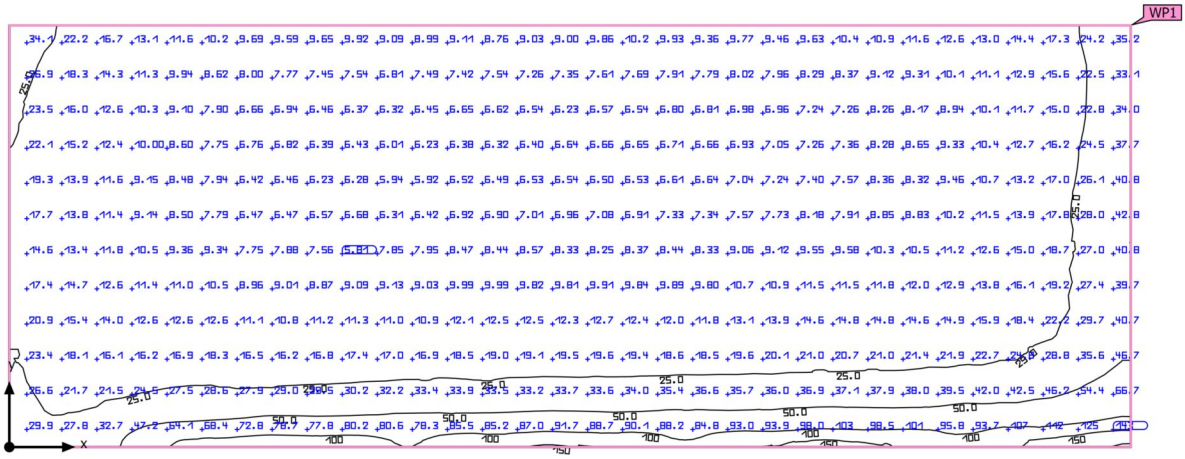


Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
North-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	36.3 lx (≥ 20.0 lx) ✓	24.1 lx	131 lx	0.66 (≥ 0.25) ✓	0.18	WP3

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

Parking Area (Scena luce 1)

Riepilogo



Base	813.75 m²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

Parking Area (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

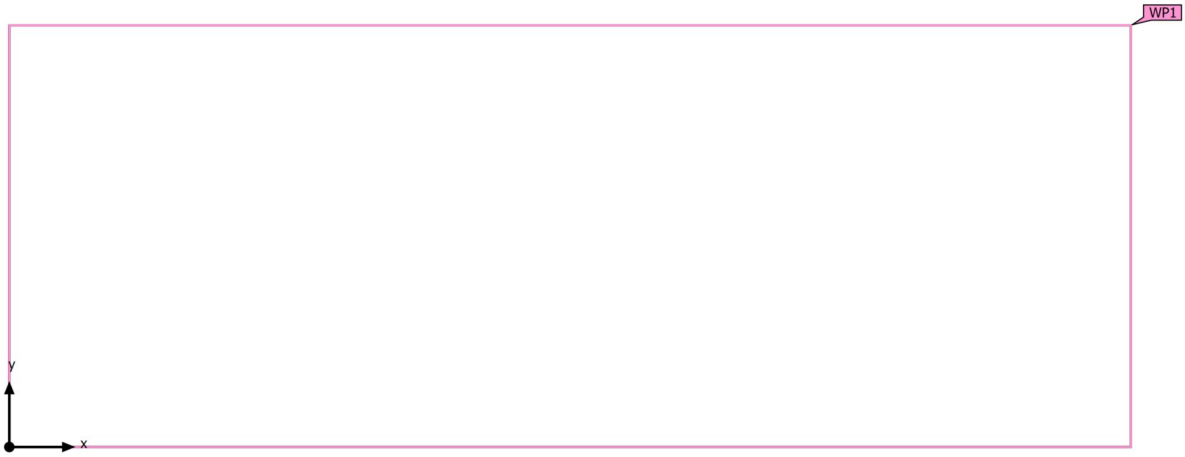
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{perpendicolare}$	20.7 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP1
	U_o (g_1)	0.25	≥ 0.25	✓	WP1
Valori di consumo(2)	Consumo	0.00 kWh/a	max. 28500 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 46.500 m X 17.500 m e SHR di 0.25.
(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

Parking Area (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



Parking Area (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

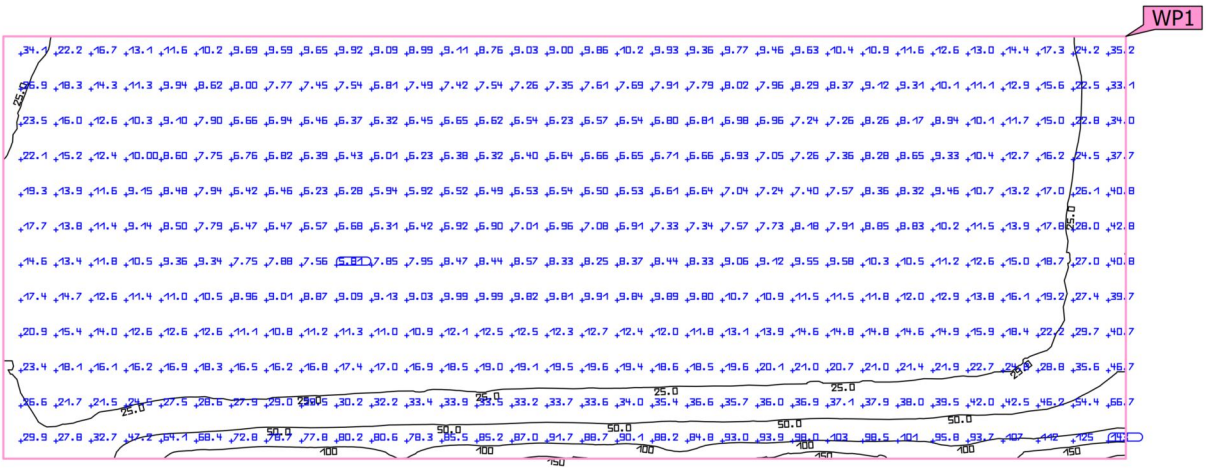
Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Parking Area Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	20.7 lx (≥ 20.0 lx) ✓	5.25 lx	204 lx	0.25 (≥ 0.25) ✓	0.026	WP1

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

Parking Area (Scena luce 1)

Parking Area

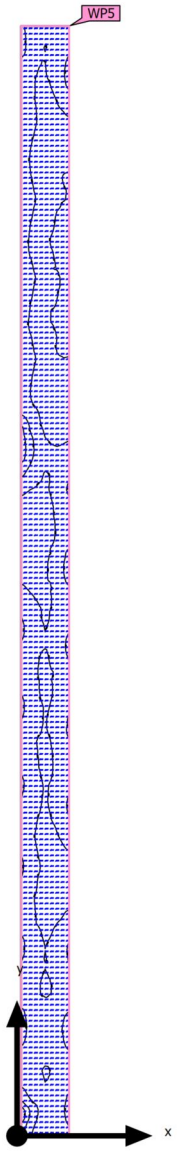


Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
Parking Area Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	20.7 lx (≥ 20.0 lx) ✓	5.25 lx	204 lx	0.25 (≥ 0.25) ✓	0.026	WP1

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

South-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo



Base	1099.70 m²	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

South-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

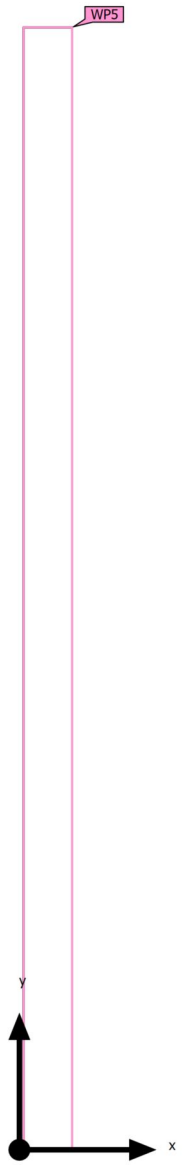
	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{perpendicolare}$	28.5 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP5
	U_o (g_1)	0.29	≥ 0.25	✓	WP5
Valori di consumo(2)	Consumo	0.00 kWh/a	max. 38500 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 6.895 m X 159.500 m e SHR di 0.25.
(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

South-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



South-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

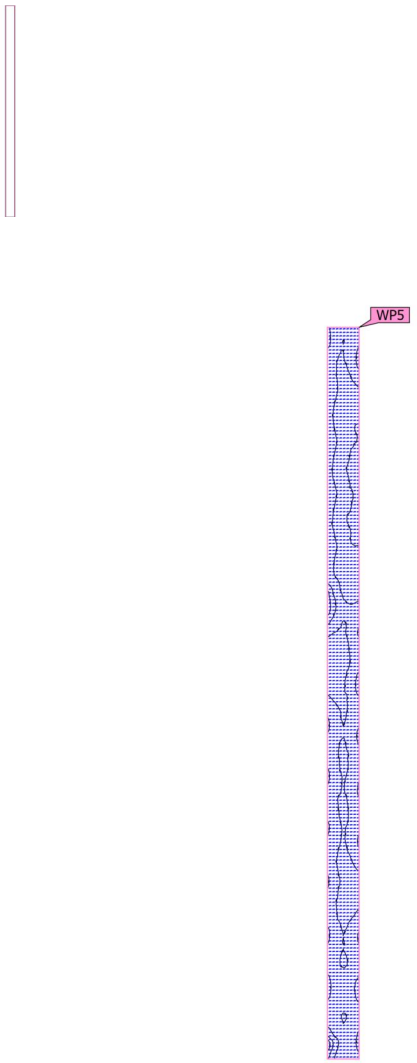
Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
South-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	28.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	8.22 lx	121 lx	0.29 (≥ 0.25) ✓	0.068	WP5

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

South-ML10x (Scena luce 1)

South-ML10x

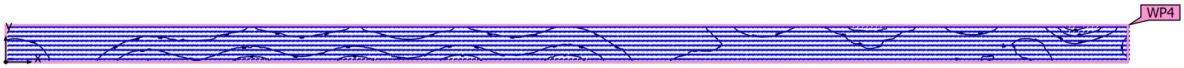


Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
South-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	28.5 lx (≥ 20.0 lx) ✓	8.22 lx	121 lx	0.29 (≥ 0.25) ✓	0.068	WP5

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

West-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo



Base	488.00 m^2	Altezza Superficie utile	0.000 m
Fattore di diminuzione	0.80 (fisso)	Zona margine Superficie utile	0.000 m

DIALux

West-ML10x (Scena luce 1)

Riepilogo

Risultati

	Unità	Calcolato	Nominale	OK	Indice
Superficie utile	$\bar{E}_{perpendicolare}$	60.1 lx	≥ 20.0 lx	✓	WP4
	U_o (g_1)	0.34	≥ 0.25	✓	WP4
Valori di consumo(2)	Consumo	0.00 kWh/a	max. 17100 kWh/a	✓	
Area	Valore di allacciamento specifico	0.00 W/m²	–		
		0.00 W/m²/100 lx	–		

(1) Basato su uno spazio rettangolare di 122.000 m X 4.000 m e SHR di 0.25.
(2) Calcolato utilizzando DIN:18599-4.

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

West-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

DIALux

West-ML10x (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

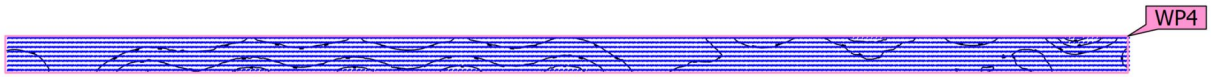
Superfici utili

Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
West-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	60.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	20.4 lx	144 lx	0.34 (≥ 0.25) ✓	0.14	WP4

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

West-ML10x (Scena luce 1)

West-ML10x



Proprietà	Ē (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1) (Nominale)	g_2	Indice
West-ML10x Illuminamento perpendicolare (adattivo) Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.000 m	60.1 lx (≥ 20.0 lx) ✓	20.4 lx	144 lx	0.34 (≥ 0.25) ✓	0.14	WP4

Profilo di utilizzo: Aree di transito comuni nei luoghi di lavoro/ posti di lavoro all'aperto (5.1.3 Transito regolare di veicoli (max. 40 km/h))

Glossario

A

A	Simbolo usato nelle formule per una superficie in geometria
Altezza libera	Denominazione per la distanza tra il bordo superiore del pavimento e il bordo inferiore del soffitto (quando un locale è stato smantellato).
Area circostante	L'area circostante è direttamente adiacente all'area del compito visivo e dovrebbe essere larga almeno 0,5 m secondo la UNI EN 12464-1. Si trova alla stessa altezza dell'area del compito visivo.
Area del compito visivo	L'area necessaria per l'esecuzione del compito visivo conformemente alla UNI EN 12464-1. L'altezza corrisponde a quella alla quale viene eseguito il compito visivo.
Autonomia della luce diurna	Descrive in che percentuale dell'orario di lavoro giornaliero l'illuminamento richiesto è soddisfatto dalla luce diurna. L'illuminamento nominale viene utilizzato dal profilo della stanza, a differenza di quanto descritto nella EN 17037. Il calcolo non viene eseguito al centro della stanza ma nel punto di misurazione del sensore posizionato. Una stanza è considerata sufficientemente rifornita di luce diurna se raggiunge almeno il 50% di autonomia della luce diurna.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del corpo di una lampada ad incandescenza che serve a descrivere il suo colore della luce. Unità: Kelvin [K]. Più è basso il valore numerico e più rossastro sarà il colore della luce, più è alto il valore numerico e più bluastro sarà il colore della luce. La temperatura di colore delle lampade a scarica di gas e dei semiconduttori è detta "temperatura di colore più simile" a differenza della temperatura di colore delle lampade ad incandescenza. Assegnazione dei colori della luce alle zone di temperatura di colore secondo la UNI EN 12464-1: colore della luce - temperatura di colore [K] bianco caldo (bc) < 3.300 K bianco neutro (bn) ≥ 3.300 – 5.300 K bianco luce diurna (bld) > 5.300 K
Coefficiente di riflessione	Il coefficiente di riflessione di una superficie descrive la quantità della luce presente che viene riflessa. Il coefficiente di riflessione viene definito dai colori della superficie.

Glossario

CRI	(ingl. colour rendering index) Indice di resa cromatica di una lampada o di una lampadina secondo la norma DIN 6169: 1976 oppure CIE 13.3: 1995. L'indice generale di resa cromatica Ra (o CRI) è un indice adimensionale che descrive la qualità di una sorgente di luce bianca in merito alla sua somiglianza, negli spettri di remissione di 8 colori di prova definiti (vedere DIN 6169 o CIE 1974), con una sorgente di luce di riferimento.

D

Durata	La valutazione della luce molesta e delle emissioni luminose dipende dal tempo di utilizzo dell'impianto di illuminazione. A seconda della norma vengono specificati 1-3 orari diversi di utilizzo. Senza informazioni si può presumere un utilizzo tra le 6:00 e le 22:00.

E

Efficienza	Rapporto tra potenza luminosa irradiata Φ [lm] e potenza elettrica assorbita P [W], unità: lm/W. Questo rapporto può essere composto per la lampadina o il modulo LED (rendimento luminoso lampadina o modulo), la lampadina o il modulo con dispositivo di controllo (rendimento luminoso sistema) e la lampada completa (rendimento luminoso lampada).
Eta (η)	(ingl. light output ratio) Il rendimento lampada descrive quale percentuale del flusso luminoso di una lampadina a irraggiamento libero (o modulo LED) lascia la lampada quando è montata. Unità: %

F

Fattore di diminuzione	Vedere MF
Fattore di luce diurna	Rapporto dell'illuminamento in un punto all'interno, ottenuto esclusivamente con l'incidenza della luce diurna, rispetto all'illuminamento orizzontale all'esterno sotto un cielo non ostruito. Simbolo usato nelle formule: D (ingl. daylight factor) Unità: %

Glossario

Flusso luminoso	Misura della potenza luminosa totale emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni. Si tratta quindi di una "grandezza trasmettitore" che indica la potenza di trasmissione complessiva. Il flusso luminoso di una sergente luminosa si può calcolare solo in laboratorio. Si fa distinzione tra il flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED e il flusso luminoso di una lampada. Unità: lumen Abbreviazione: lm Simbolo usato nelle formule: Φ

G

g_1	Spesso anche U_o (ingl. overall uniformity) Descrive l'uniformità complessiva dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di $E_{min}/\bar{E}$ e viene richiesto anche dalle norme sull'illuminazione dei posti di lavoro.
g_2	Descrive più esattamente la "disuniformità" dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E_{min}/E_{max} ed è rilevante di solito solo per la verifica della rispondenza alla UNI EN 1838 per l'illuminazione di emergenza.
Gruppo di controllo	Un gruppo di apparecchi regolabili e controllati insieme. Per ogni scena luminosa, un gruppo di controllo fornisce il proprio valore di attenuazione. Tutti gli apparecchi all'interno di un gruppo di controllo condividono questo valore di regolazione. I gruppi di comando con i relativi apparecchi di illuminazione vengono determinati automaticamente da DIALux sulla base degli scenari luminosi creati e dei relativi gruppi di apparecchi.

I

Illuminamento	Descrive il rapporto del flusso luminoso, che colpisce una determinata superficie, rispetto alle dimensioni di tale superficie (lm/m^2 = lx). L'illuminamento non è legato alla superficie di un oggetto ma può essere definito in qualsiasi punto di un locale (sia all'interno che all'esterno). L'illuminamento non è una caratteristica del prodotto, infatti si tratta di una grandezza ricevitore. Per la misurazione si utilizzano luxmetri. Unità: lux Abbreviazione: lx Simbolo usato nelle formule: E
Illuminamento, adattivo	Per determinare su una superficie l'illuminamento medio adattivo, la rispettiva griglia va suddivisa in modo da essere "adattiva". Nell'ambito di grandi differenze di illuminamento all'interno della superficie, la griglia è suddivisa più finemente mentre in caso di differenze minime la suddivisione è più grossolana.
Illuminamento, orizzontale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano orizzontale (potrebbe trattarsi per es. della superficie di un tavolo o del pavimento). L'illuminamento orizzontale è contrassegnato di solito nelle formule da E_h.

Glossario

Illuminamento, perpendicolare	Illuminamento calcolato o misurato perpendicolarmente ad una superficie. È da tener presente per le superfici inclinate. Se la superficie è orizzontale o verticale, non c'è differenza tra l'illuminamento perpendicolare e quello orizzontale o verticale.
Illuminamento, verticale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano verticale (potrebbe trattarsi per es. della parte anteriore di uno scaffale). L'illuminamento verticale è contrassegnato di solito nelle formule da E_v.
Intensità luminosa	Descrive l'intensità della luce in una determinata direzione (grandezza trasmettitore). L'intensità luminosa è il flusso luminoso Φ che viene emesso in un determinato angolo solido Ω. La caratteristica dell'irraggiamento di una sorgente luminosa viene rappresentata graficamente in una curva di distribuzione dell'intensità luminosa (CDL). L'intensità luminosa è un'unità base SI. Unità: candela Abbreviazione: cd Simbolo usato nelle formule: I

K

k_S	L'effetto abbagliante di una sorgente luminosa può essere determinato mediante il fattore di abbagliamento k_S descrivere. Mette in relazione tra loro l'angolo solido della sorgente di abbagliamento vista dal punto di emissione, la luminanza ambientale e la luminanza massima consentita.

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Parametro numerico di energia luminosa secondo UNI EN 15193 Unità: kWh/m² anno
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di riduzione del flusso luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione lampade che tiene conto della sporcizia di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione lampade è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).

Glossario

LSF	(ingl. lamp survival factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di sopravvivenza lampadina che tiene conto dell'avaria totale di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di sopravvivenza lampadina è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (nessun guasto entro il lasso di tempo considerato o sostituzione immediata dopo il guasto).
Luce molesta/Immissione luce	Per salvaguardare l'ambiente notturno e ridurre al minimo i problemi per le persone, la flora e la fauna, è necessario limitare gli effetti di disturbo (noti anche come inquinamento luminoso), che possono causare gravi problemi fisiologici ed ecologici alle persone e all'ambiente. L'immissione di luce può essere descritta come l'effetto di disturbo causato dalla luce emessa da sorgenti luminose artificiali.
Luminanza	Misura per l'"impressione di luminosità" che l'occhio umano ha di una superficie. La superficie stessa può illuminare o riflettere la luce incidente (grandezza trasmettitore). Si tratta dell'unica grandezza fotometrica che l'occhio umano può percepire. Unità: candela / metro quadrato Abbreviazione: cd/m^2 Simbolo usato nelle formule: L

M

MF	(ingl. maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione come numero decimale compreso tra 0 e 1, che descrive il rapporto tra il nuovo valore di una grandezza fotometrica pianificata (per es. dell'illuminamento) e il fattore di manutenzione dopo un determinato periodo di tempo. Il fattore di manutenzione prende in considerazione la sporcizia di lampade e locali, la riduzione del riflesso luminoso e la défaillance di sorgenti luminose. Il fattore di manutenzione viene considerato in blocco oppure calcolato in modo dettagliato secondo CIE 97: 2005 utilizzando la formula RMF x LMF x LLMF x LSF.

P

P	(ingl. power) Assorbimento elettrico Unità: watt Abbreviazione: W

Glossario

R

$R_{(UG)}$ max	(engl. rating unified glare) Misura dell'abbagliamento psicologico negli spazi interni. Oltre alla luminanza degli apparecchi, il livello del valore $R_{(UG)}$ dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione e dalla luminanza ambientale. Il calcolo viene effettuato secondo il metodo delle tabelle, vedere CIE 117. Tra l'altro, la EN 12464-1:2021 specifica la $R_{(UG)\ \text{massima ammissibile}}$ - valori $R_{(UGL)}$ per vari luoghi di lavoro interni.
R_{DLO}	Rapporto tra il flusso luminoso emesso sotto l'orizzonte e il flusso luminoso totale di una lampada o di un sistema di illuminazione nella posizione di utilizzo.
R_G	L'abbagliamento generato direttamente dalle luci di un impianto di illuminazione esterna deve essere determinato utilizzando il metodo del valore di abbagliamento (RG) CIE. Per il calcolo è richiesta la luminanza di velo equivalente dell'ambiente circostante. Sono disponibili quattro opzioni per la determinazione: • un calcolo esatto secondo CIE 112. La base è l'area della scena. • un metodo semplificato secondo EN 12464-2. La base per questo è l'area della scena. • con la sua area di calcolo per determinare la luminanza di velo equivalente. • l'assegnazione di un valore fisso per un facile confronto
R_{UF}	rapporto flusso verso l'alto Rapporto tra il flusso luminoso emesso direttamente o riflesso sopra l'orizzonte e il flusso luminoso che non può essere evitato in circostanze ideali per raggiungere il livello di illuminamento su una superficie consapevolmente illuminata .
R_{UL}	rapporto emissione luminosa verso l'alto Rapporto tra il flusso luminoso emesso sopra l'orizzonte e il flusso luminoso di un apparecchio di illuminazione o di un impianto di illuminazione nella posizione di utilizzo. Si tiene conto dell'efficienza dell'apparecchio.
R_{ULO}	rapporto emissione luminosa verso l'alto Rapporto tra il flusso luminoso emesso sopra l'orizzonte e il flusso luminoso totale della lampada di un apparecchio o sistema di illuminazione nella posizione di utilizzo.
RMF	(ingl. room maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione locale che tiene conto della sporcizia delle superfici che racchiudono il locale durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione locale è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).
RUG (massimo)	(EN Unified Glare Rating) Misura dell'effetto psicologico dell'abbagliamento in ambienti interni. L'entità del valore RUG dipende oltre che dalla luminanza dell'apparecchio anche dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione dello sguardo e dalla luminanza ambientale. La norma EN 12464-1 specifica tra le altre cose i valori RUG massimi consentiti per vari luoghi di lavoro interni.

Glossario

RUG-Osservatore	Punto di calcolo del locale per il quale DIALux determina il valore RUG. La posizione e l'altezza del punto di calcolo dovrebbero corrispondere alla posizione tipica dell'osservatore (posizione e altezza dello sguardo dell'utente).

S

Superficie utile	Superficie virtuale di misurazione o di calcolo all'altezza del compito visivo, che di solito segue la geometria del locale. La superficie utile può essere provvista anche di una zona marginale.
Superficie utile per fattori di luce diurna	Una superficie di calcolo entro la quale viene calcolato il fattore di luce diurna.

V

Valutazione energetica	Basato su una procedura di calcolo orario per la luce diurna negli spazi interni, considerando la geometria del progetto e gli eventuali sistemi di controllo della luce diurna esistenti. Vengono presi in considerazione anche l'orientamento e l'ubicazione del progetto. Il calcolo utilizza la potenza di sistema specificata degli apparecchi di illuminazione per determinare il fabbisogno energetico. Per gli apparecchi a luce diurna si presume una relazione lineare tra potenza e flusso luminoso nello stato regolato. Tempi di utilizzo e illuminamento nominale sono determinati dai profili di utilizzo degli spazi. Gli apparecchi accesi esplicitamente esclusi dal controllo tengono conto anche dei tempi di utilizzo indicati. I sistemi di controllo della luce diurna utilizzano una logica di controllo semplificata che li chiude a un illuminamento orizzontale di 27.500 lx. L'anno solare 2022 viene utilizzato solo come riferimento. Non è una simulazione di quest'anno. L'anno di riferimento viene utilizzato solo per assegnare i giorni della settimana ai risultati calcolati. Non si tiene conto del passaggio all'ora legale. Il tipo di cielo di riferimento utilizzato è il cielo medio descritto in CIE 110 senza luce solare diretta. Il metodo è stato sviluppato insieme al Fraunhofer Institute for Building Physics ed è disponibile per la revisione da parte del Joint Working Group 1 ISO TC 274 come estensione del precedente metodo annuale basato sulla regressione.

Z

Zona a traffico limitato/Area	La valutazione della luce molesta e dell'emissione luminosa dipende dall'ambiente circostante il sistema di illuminazione. A seconda della norma vengono definite 4-6 aree diverse, dalle aree protette all'aperto alle aree del centro urbano, alle aree commerciali e alle zone industriali.
Zona di sfondo	Secondo la norma UNI EN 12464-1 la zona di sfondo è adiacente all'area immediatamente circostante e si estende fino ai confini del locale. Per locali di dimensioni maggiori la zona di sfondo deve avere un'ampiezza di almeno 3 m. Si trova orizzontalmente all'altezza del pavimento.

Glossario

Zona margine	Area perimetrale tra superficie utile e pareti che non viene considerata nel calcolo.

P2 — RACCOLTA SCHEDE TECNICHE APPARECCHIATURE LUMINOSE ESTERNE

Deerns

EQUINIX

EQUINIX

ML10x VIA

Impianti elettrici

Schede tecniche apparecchiature luminose esterne

COMMESSA	260511		
REVISIONE	R02	*REDATTO*	LCH
DATA	07/08/2026	*APPROVATO*	ANA

Questo documento è pensato per la stampa fronte-retro.

DEERNS Italia SpA – via Monte Rosa, 91 – 20149 Milano – via Ostiense, 92 – 00154 Roma
T: +39 02 36167888 – F: +39 02 36167801 – milano@deerns.com
Società per Azioni a Socio Unico – Cap. Soc. € 270.000,00 i.v. – C.F. e P.Iva 04703770158 – C.C.I.A.A. Milano 04703770158 – REA 1032162

R02	07/08/2026	LCH	Sottomissione pratica VIA
R01	17/07/2026	LCH	Sottomissione pratica VIA
Rev	**Data**	**Autore**	**Descrizione**

Indice delle revisioni

Sommario

1 INTRODUZIONE 4
2 SCHEDE TECNICHE 6

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione identifica le schede tecniche delle apparecchiature luminose esterne che caratterizzano il nuovo Data Center Equinix ML10x situati in Via Marisa Bellisario, Settimo Milanese (MI). Di seguito l'identificazione in giallo dell'area di progetto.

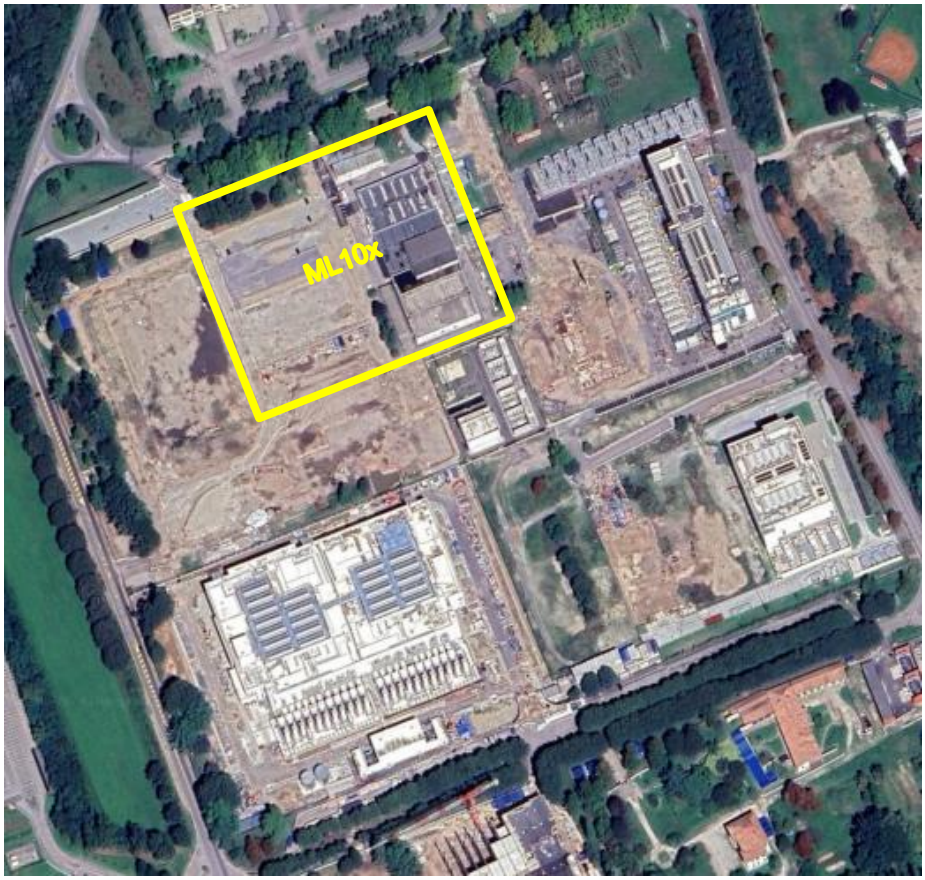


Figura 1 - Individuazione dell'area ML10x - Campus Equinix Castelletto (MI)

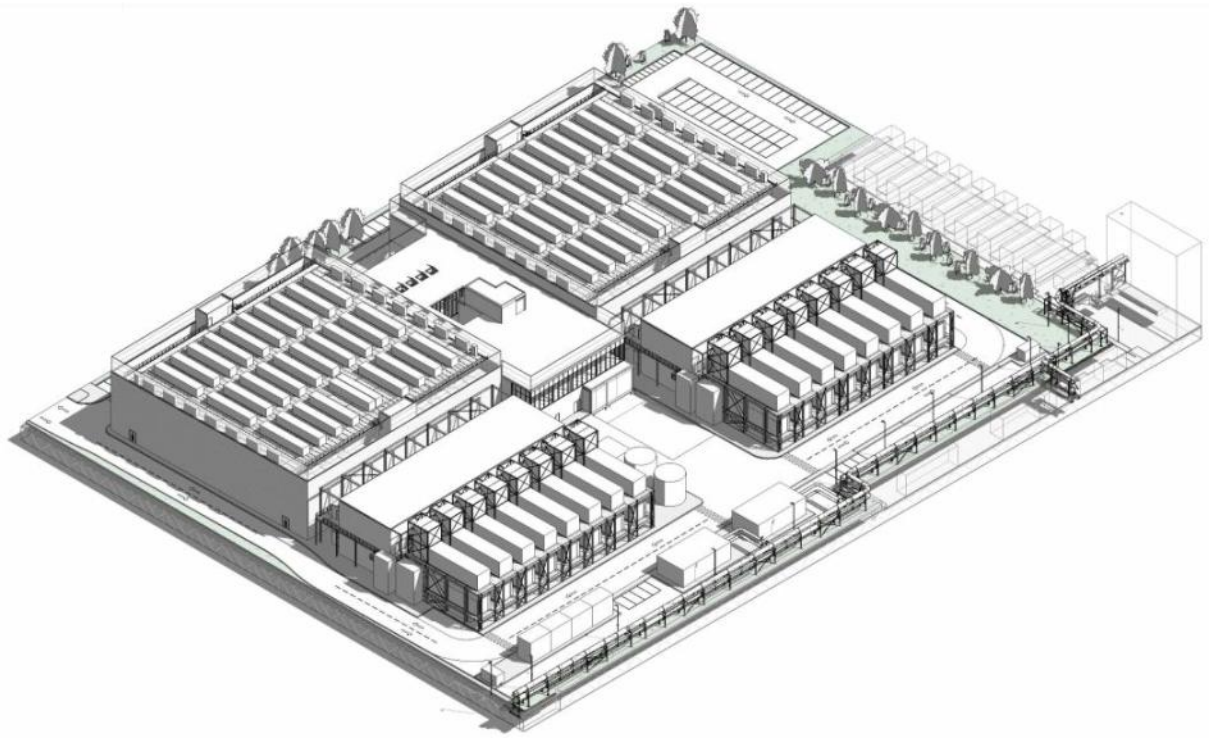


Figura 1 - ML10x - Campus Equinix Castelletto (MI)

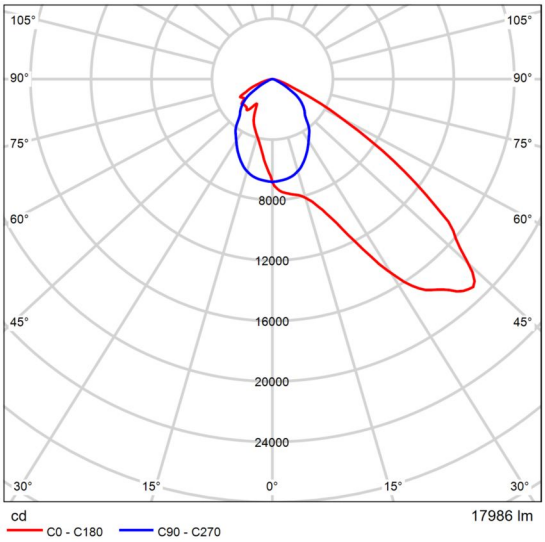
2 SCHEDE TECNICHE

DIALux

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 1887 Rodio - asimmetrico 3000K CRI80 110W CLD Grafite

Articolo No.	414723-39
P	110.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	–
$\Phi_{Lampada}$	17986 lm
η	–
Efficienza	163.5 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



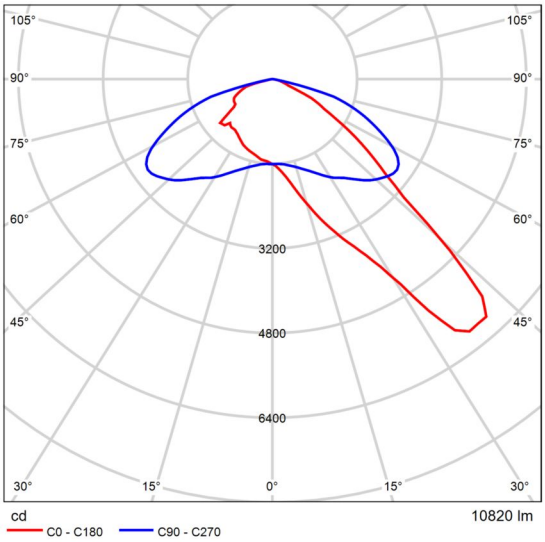
CDL polare

DIALux

Scheda tecnica prodotto

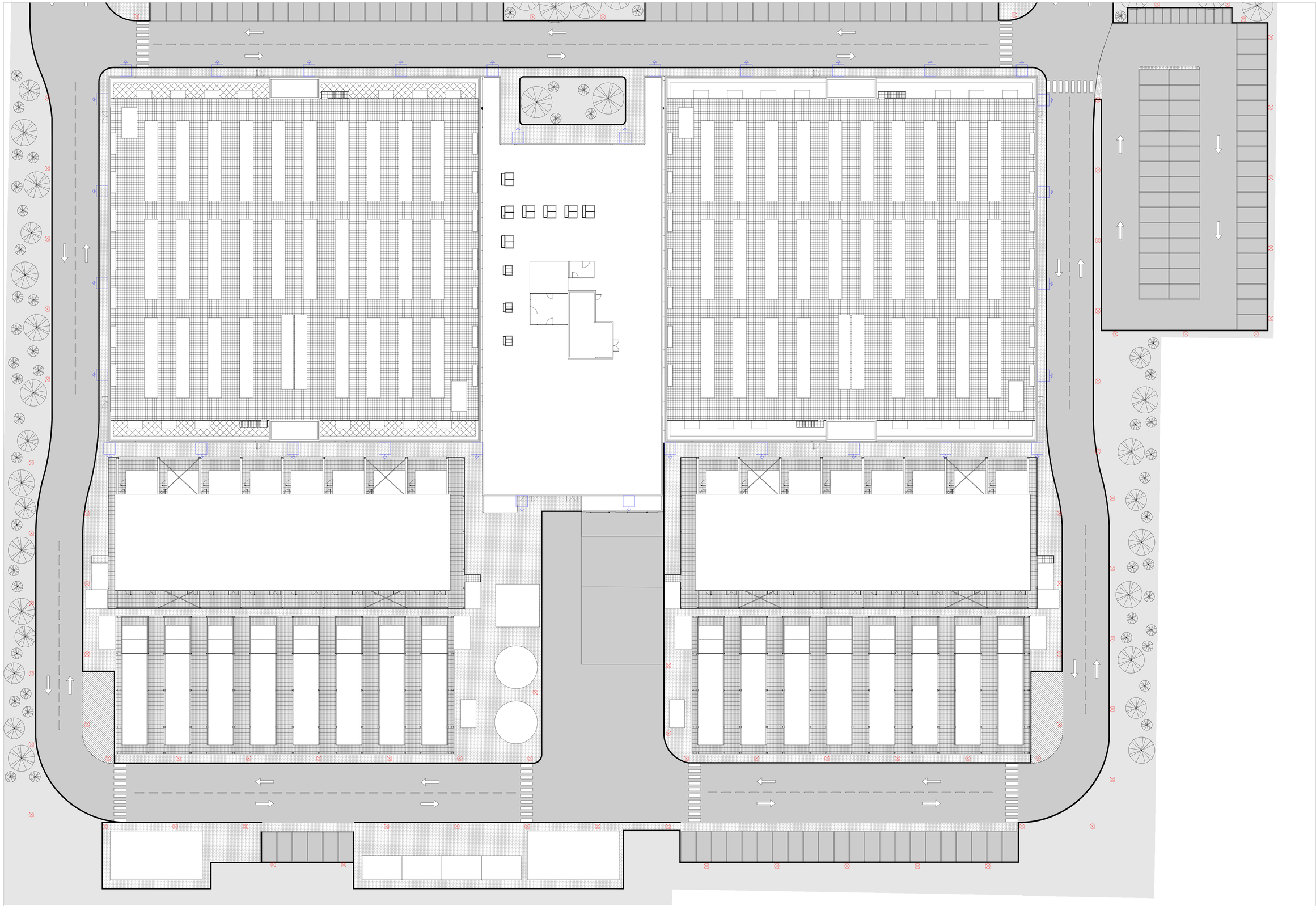
iGuzzini - Platea Pro: Pole-mounted system - Large body optical assembly - Warm White - A45 street optic. - 86.5W 10820lm - 3000K

Articolo No.	P891_A17J
P	86.5 W
$\Phi_{Lampadina}$	–
$\Phi_{Lampada}$	10820 lm
η	–
Efficienza	125.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polare

P3 — TAVOLA ILLUMINAZIONE ESTERNA



OUTDOOR LIGHTING FIXTURE	
SYMBOL	LIGHTING FIXTURE TYPE
	WALL MOUNTED IP67 LED LUMINAIRE
	POLE / PENDING MOUNTED LED LUMINAIRE IP67

GC shall install the MEP services ensuring a free area for the potential future installation of sprinkler heads and to access to the fire detectors on the ceiling.

OWNER:
Proprietario:

EQUINIX

EQUINIX HYPERSCALE 2 (ML10) S.r.l., Castelletto
20019, Metropolitan City of Milan, Milan 20019, Italy

DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING. ALL DIMENSIONS / INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS FOR GUIDANCE AND THE RESPONSIBILITY OF THE CONSULTANT / CONTRACTOR TO CONFIRM, PERFORM ANY CALCULATIONS AND FIELD VERIFY CONDITIONS ON SITE PRIOR TO COMMENCEMENT OF ANY WORK OR THE PRODUCTION OF ANY SHOP DRAWINGS. ALL DISCREPANCIES TO BE REPORTED TO THE DRAWINGS CONTENT ORIGINATOR. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELATED CONSULTANT S / CONTRACTOR DRAWINGS AND ANY OTHER RELEVANT INFORMATION.

Non scalare da questo elaborato. Tutte le dimensioni/informazioni contenute in questo elaborato sono di carattere indicativo ed è responsabilità del consulente/appaltatore confermare, eseguire qualsiasi calcolo e verificare in cantiere le condizioni prima dell'inizio di qualsiasi lavoro o della produzione di qualsiasi elaborato costruttivo. Tutte le discrepanze devono essere segnalate all'autore degli elaborati. Questo elaborato deve essere letto insieme a tutti i documenti correlati del consulente/appaltatore e a qualsiasi altra informazione pertinente.

CONTENT ORIGINATOR:
Autore:

Deerns

ORIGINATOR DISCIPLINE: Electrical
Disciplina: Elettrica

milano@deerns.com
www.deerns.it

Registered Company Address
Via Monterosa, 91
20149 Milano, Italia

THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF DEERNS ITALIA SPA.
Il presente disegno è copyright di Deerns Italia Spa.

HAZARD IDENTIFICATION LEGEND:
Legenda di identificazione dei rsichi:

HAZARD IDENTIFICATION (if none state "none elevant") Identificazione dei rischi (se non dovessero essere identificati rischi specificare "nessun rischio")	CONTROL AND MITIGATION MEASURES Misure di controllo e mitigazione

NOTE:
HAZARDS LISTED ABOVE ARE ONLY THOSE CONSIDERED SIGNIFICANT RISKS AND:
A) NOT LIKELY TO BE OBVIOUS TO A COMPETENT CONTRACTOR OR OTHER DESIGNERS;
B) UNUSUAL;
C) LIKELY TO BE DIFFICULT TO MANAGE EFFECTIVELY

NOTA:
La precedente tabella elenca solo i rischi considerati significativi, ovvero quelli che:
a) non sono ovvi per un appaltatore competente o altri progettisti;
b) sono insoliti;
c) sono difficili da gestire in modo efficiente.

REV	DATE	PURPOSE OF ISSUE	DWN	CHK	APP
R02	2026-08-07	Sottomissione pratica VIA	LCH	ANA	GSC
R01	2026-07-17	Sottomissione pratica VIA	LCH	ANA	GSC
REV	DATA	Finalita' della consegna	CREA	REV	APR

PROJECT:
Progetto:

ML10x

Via Marisa Bellisario s.n.c.
Settimo Milanese, 20019
MILANO (Italia)

STATUS: S3

DRAWING TITLE:
Titolo Elaborato:
SITE - EXTERNAL LIGHTING LAYOUT

Sito - Planimetria illuminazione esterna

PROJECT NUMBER:
Numero Progetto:
ML10x

SHEET NUMBER:
Numero Elaborato:
-

SCALE:
Scala:
1:200

PAPER SIZE:
Formato:
A0

DATE:
Data:
2026-08-07

PURPOSE OF ISSUE:
Finalità della consegna:
Sottomissione pratica VIA

REVISION:
Revisione:
R02

DOCUMENT REFERENCE:
Documento di riferimento:
-

© Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

P4 — DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ IN MATERIA DI INQUINAMENTO LUMINOSO

Spett.le
Comune di Settimo Milanese
Piazza degli Eroi, 5
20019 - Settimo Milanese (MI)

Milano, 07/08/2026

RISPARMIO ENERGETICO ILLUMINAZIONE ESTERNA E LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Legge Regionale 5 ottobre 2015 n. 31 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso"

Il sottoscritto Osnaghi Carlo, nato a Cuggiono (MI) il 31/01/1968, residente nel comune di Cuggiono (MI) in Via Don Angelo Ferrario 10, 20012, in qualità di Progettista e Direttore Tecnico della società Deerns Italia SpA con sede a Milano, in Via Monterosa 91, sotto la propria personale responsabilità e consapevole della responsabilità penale, in caso di falsità in atti e di dichiarazione mendace, ai sensi degli articoli 48 e 76 del DPR 28/12/2000 n. 445

DICHIARA

di aver sviluppato un progetto illuminotecnico per l'area esterna del lotto per data center Hyperscale ML10x in accordo ai requisiti della legge regionale n° 31 del 05-10-2015, applicando tutte le soluzioni tecniche necessarie per il risparmio energetico e per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

Gli apparecchi illuminanti e le relative sorgenti luminose garantiranno:

- la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte;
- i requisiti di prestazione energetica;
- i requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica;
- la non alterazione del ritmo circadiano;
- il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.

Inoltre, gli apparecchi destinati all'illuminazione esterna non saranno elementi di disturbo per gli utenti delle strade adiacenti, per le abitazioni e le proprietà private.

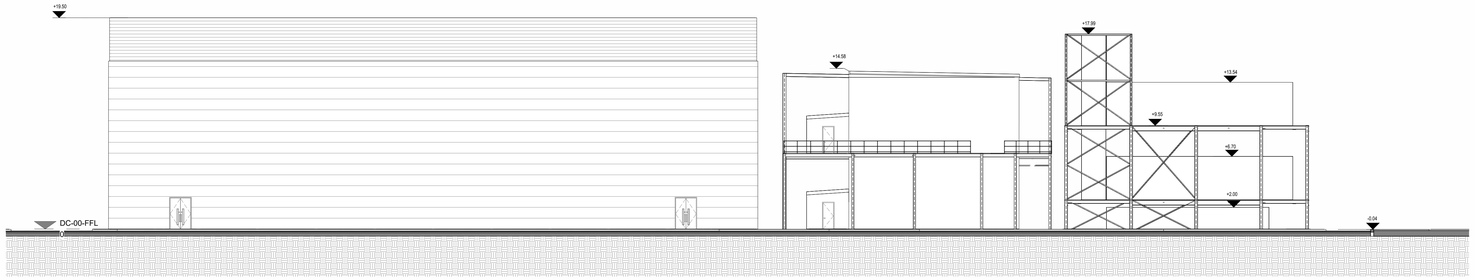
Firma del progettista

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING.
OSNAGHI CARLO
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
N° A 19051

P5 — SEZIONE ARCHITETTONICA — TAVOLA ML10X-DR-A-302

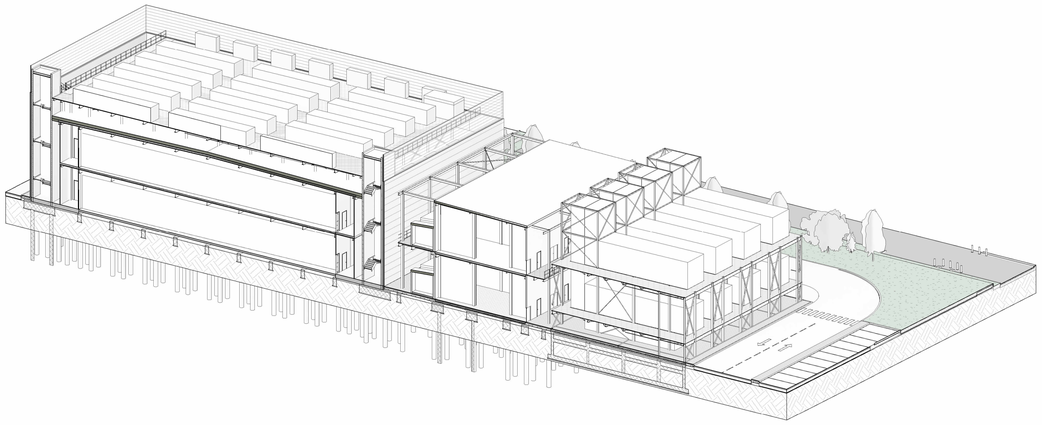
Generale - Sezione 4

1 : 200

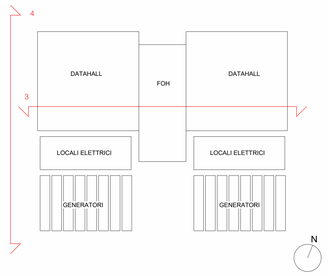


Generale - Sezione 3

1 : 200



KEY PLAN
Navigatore



GC shall install the MEP services ensuring a free area for the potential future installation of sprinkler heads and to access to the fire detectors on the ceiling.

OWNER:
Proprietario:

EQUINIX

EQUINIX HYPERSCALE 2 (ML10) S.r.l., Castelletto 20019, Metropolitan City of Milan, Milan 20019, Italy

DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING. ALL DIMENSIONS / INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS FOR GUIDANCE AND THE RESPONSIBILITY OF THE CONSULTANT / CONTRACTOR TO CONFIRM, PERFORM ANY CALCULATIONS AND FIELD VERIFY CONDITIONS ON SITE PRIOR TO COMMENCEMENT OF ANY WORK OR THE PRODUCTION OF ANY SHOP DRAWINGS. ALL DISCREPANCIES TO BE REPORTED TO THE DRAWINGS CONTENT ORIGINATOR. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELATED CONSULTANT 'S / CONTRACTOR DRAWINGS AND ANY OTHER RELEVANT INFORMATION.

Non scalare da questo elaborato. Tutte le dimensioni/informazioni contenute in questo elaborato sono di carattere indicativo ed è responsabilità del consulente/appaltatore confermare, eseguire qualsiasi calcolo e verificare in cantiere le condizioni prima dell'inizio di qualsiasi lavoro o della produzione di qualsiasi elaborato costruttivo. Tutte le discrepanze devono essere segnalate all'autore degli elaborati. Questo elaborato deve essere letto insieme a tutti i documenti correlati del consulente/appaltatore e a qualsiasi altra informazione pertinente.

CONTENT ORIGINATOR:
Autore:

Deerns

milano@deerns.com
www.deerns.it

Registered Company Address
Via Monterosa, 91
20149 Milano, Italia

THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF DEERNS ITALIA SPA.
Il presente disegno è copyright di Deerns Italia Spa.

DISCIPLINE ORIGINATOR:
Autore:

WBS

ORIGINATOR DISCIPLINE:
Disciplina:

info@wbs.srl

Registered Company Address
Corso di Porta Romana, 6
20122 Milano, Italia

REV	DATE	PURPOSE OF ISSUE	DWN	CHK	APP
R02	31-07-2026	Post ITR Review	DVA	LVS	LVR
R01	03-07-2026	2 – Concept Design	DVA	LVS	LVR
REV	DATA	Finalità' della consegna	CREA	REV	APR

PROJECT:
Progetto:

ML10x

Via Marisa Bellisario s.n.c.
Settimo Milanese, 20019
MILANO (Italia)

STATUS: S2

DRAWING TITLE:
Titolo Elaborato:

ML10x GA - SEZIONI

PROJECT NUMBER:
Numero Progetto:
ML10x

SHEET NUMBER:
Numero Elaborato:
A-302

SCALE:
Scala:
1 : 200

PAPER SIZE:
Formato:
A0

DATE:
Data:
31-07-2026

PURPOSE OF ISSUE:
Finalità della consegna:
Post ITR Review

REVISION:
Revisione:
R02

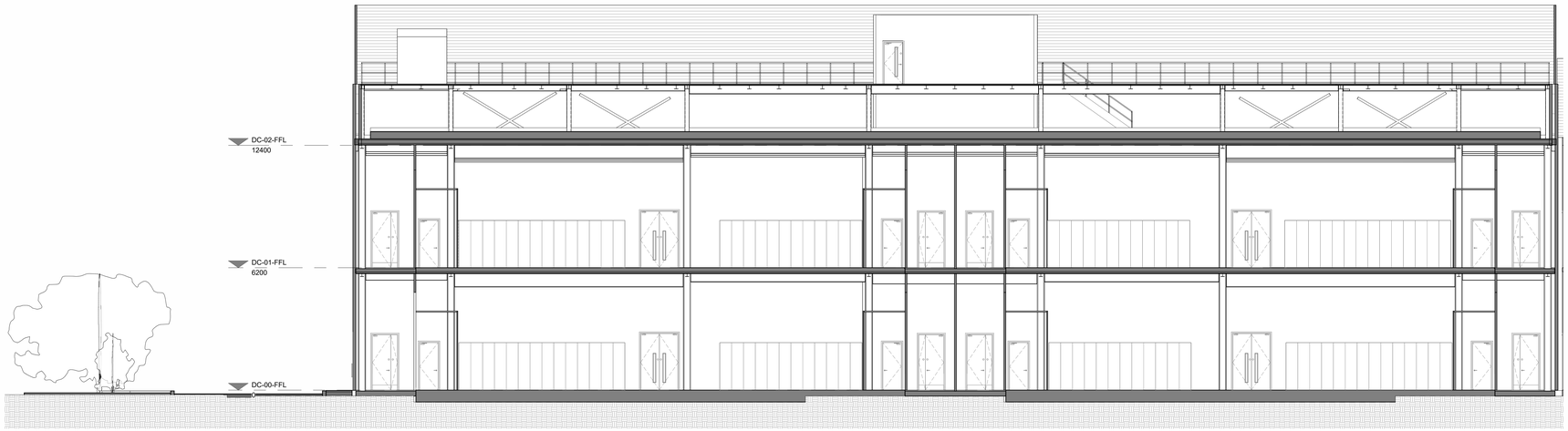
DOCUMENT REFERENCE:
Documento di riferimento:
ML10x-DR-A-302-XX-ZZ-XXXX- WBS

© Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

P6 — SEZIONE ARCHITETTONICA — TAVOLA ML10X-DR-A-303

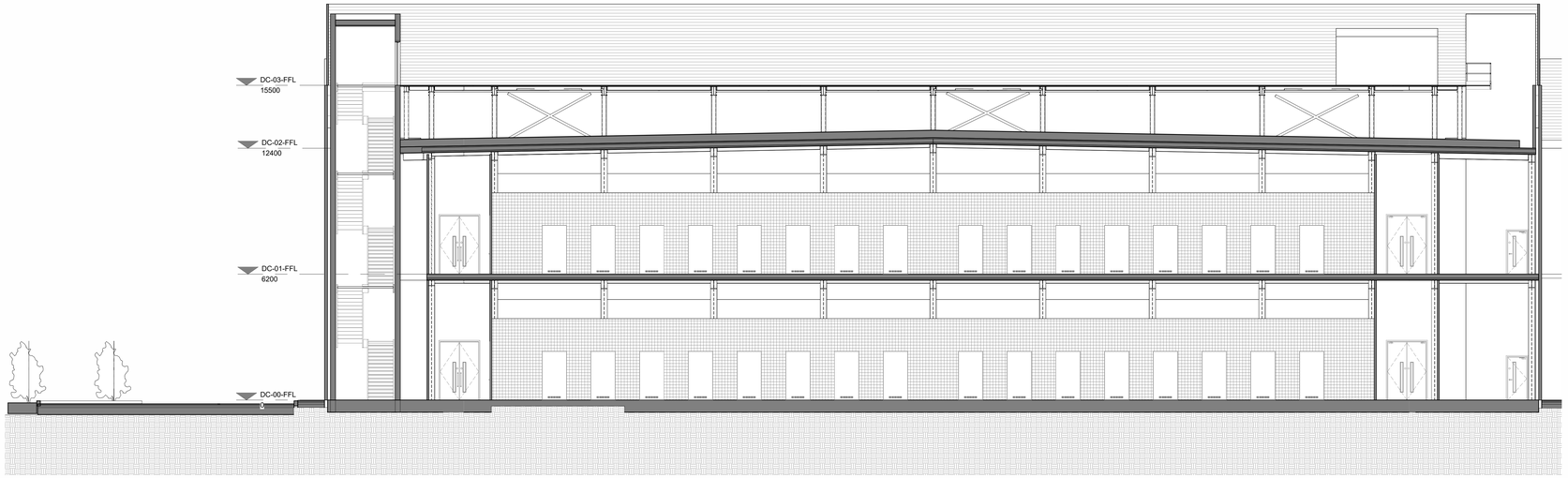
Cella tipologica - Sezione 1

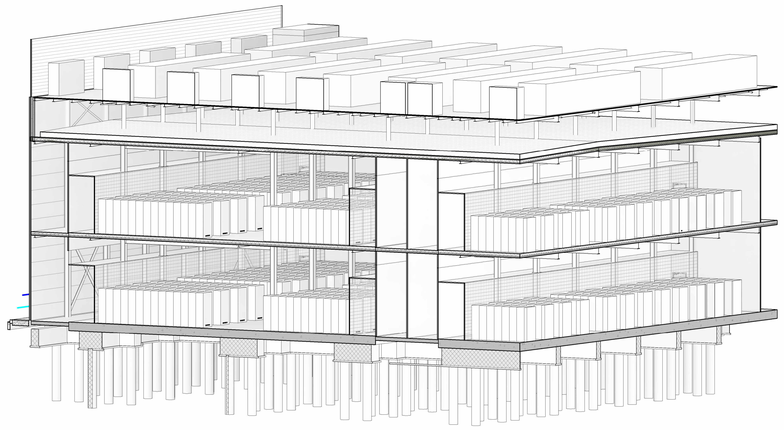
1 : 100



Cella tipologica - Sezione 2

1 : 100





GC shall install the MEP services ensuring a free area for the potential future installation of sprinkler heads and to access to the fire detectors on the ceiling.

OWNER:
Proprietario:

EQUINIX

EQUINIX HYPERSCALE 2 (ML10) S.r.l., Castelletto
20019, Metropolitan City of Milan, Milan 20019, Italy

DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING. ALL DIMENSIONS / INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS FOR GUIDANCE AND THE RESPONSIBILITY OF THE CONSULTANT / CONTRACTOR TO CONFIRM, PERFORM ANY CALCULATIONS AND FIELD VERIFY CONDITIONS ON SITE PRIOR TO COMMENCEMENT OF ANY WORK OR THE PRODUCTION OF ANY SHOP DRAWINGS. ALL DISCREPANCIES TO BE REPORTED TO THE DRAWINGS CONTENT ORIGINATOR. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELATED CONSULTANT 'S / CONTRACTOR DRAWINGS AND ANY OTHER RELEVANT INFORMATION.

Non scalare da questo elaborato. Tutte le dimensioni/informazioni contenute in questo elaborato sono di carattere indicativo ed è responsabilità del consulente/appaltatore confermare, eseguire qualsiasi calcolo e verificare in cantiere le condizioni prima dell'inizio di qualsiasi lavoro o della produzione di qualsiasi elaborato costruttivo. Tutte le discrepanze devono essere segnalate all'autore degli elaborati. Questo elaborato deve essere letto insieme a tutti i documenti correlati del consulente/appaltatore e a qualsiasi altra informazione pertinente.

CONTENT ORIGINATOR:
Autore:

Deerns

milano@deerns.com
www.deerns.it

Registered Company Address
Via Monterosa, 91
20149 Milano, Italia

THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF DEERNS ITALIA SPA.
Il presente disegno è copyright di Deerns Italia Spa.

DISCIPLINE ORIGINATOR:
Autore:

WBS

ORIGINATOR DISCIPLINE:
Disciplina:

info@wbs.srl

Registered Company Address
Corso di Porta Romana, 6
20122 Milano, Italia

R02	31-07-2026	Post ITR Review	DVA	LVS	LVR
R01	03-07-2026	2 – Concept Design	DVA	LVS	LVR
REV	DATE	PURPOSE OF ISSUE	DWN	CHK	APP
REV	DATA	Finalita' della consegna	CREA	REV	APR

PROJECT:
Progetto:

ML10x

Via Marisa Bellisario s.n.c.
Settimo Milanese, 20019
MILANO (Italia)

STATUS: S2

DRAWING TITLE:
Titolo Elaborato:

ML10x CELLA TIPOLOGICA - SEZIONI

PROJECT NUMBER:
Numero Progetto:
ML10x

SHEET NUMBER:
Numero Elaborato:
A-303

SCALE:
Scala:
1 : 100

PAPER SIZE:
Formato:
A0

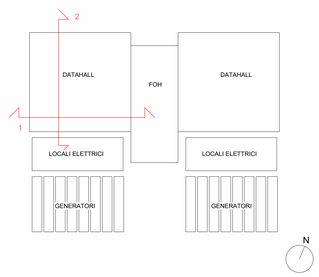
DATE:
Data:
31-07-2026

PURPOSE OF ISSUE:
Finalità della consegna:
Post ITR Review

REVISION:
Revisione:
R02

DOCUMENT REFERENCE:
Documento di riferimento:
ML10x-DR-A-303-XX-DC-XXXX- WBS

KEY PLAN
Navigatore

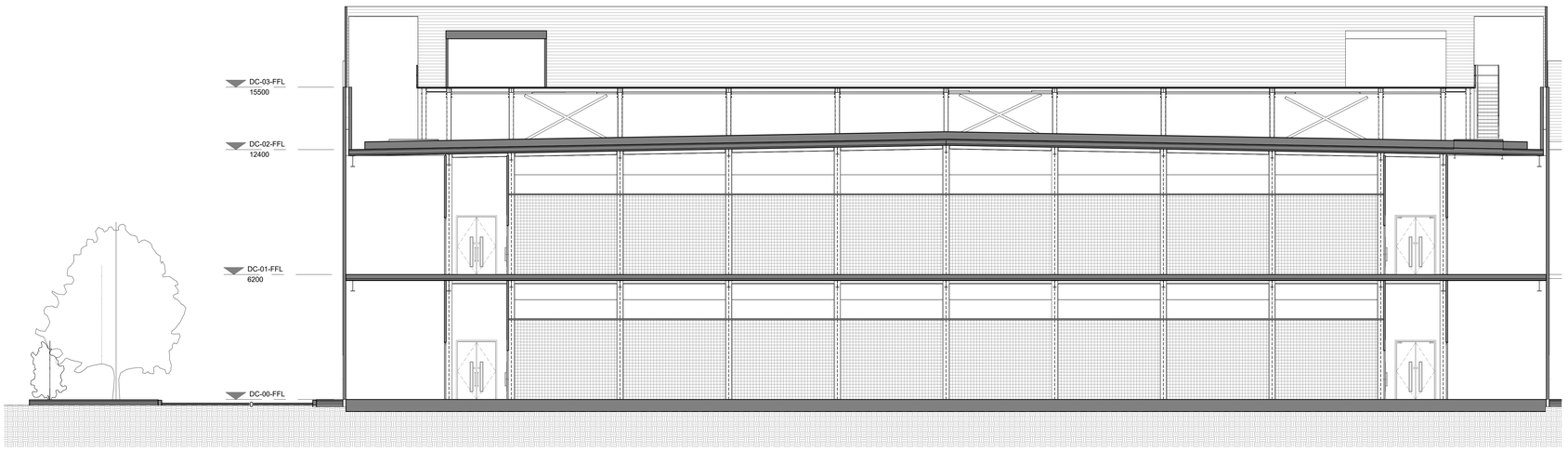


© Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

P7 — SEZIONE ARCHITETTONICA — TAVOLA ML10X-DR-A-304

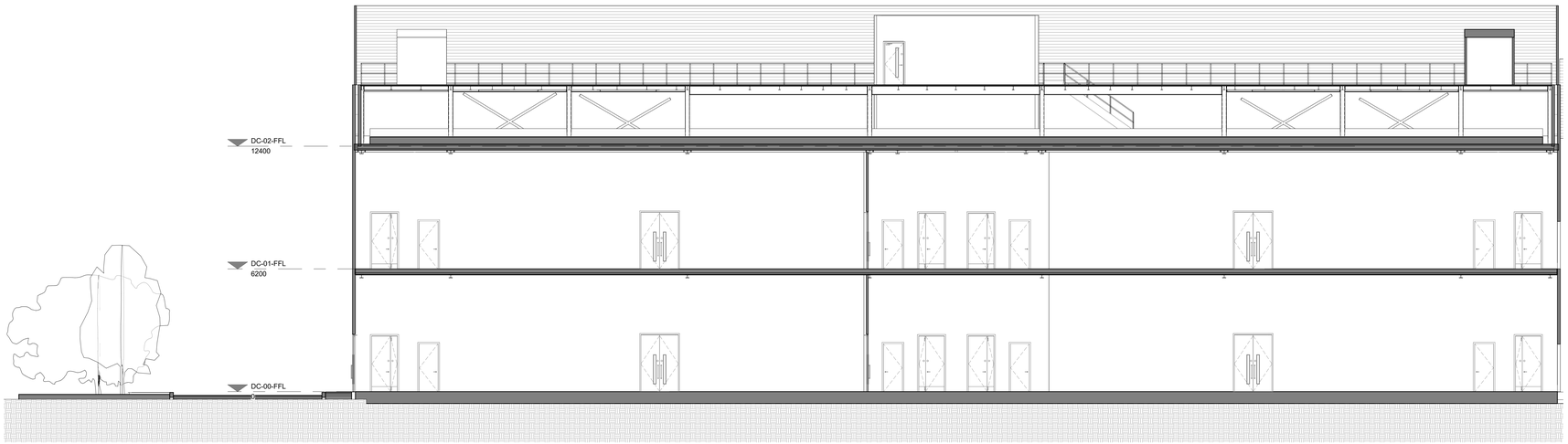
Cella tipologica - Sezione 3

1 : 100

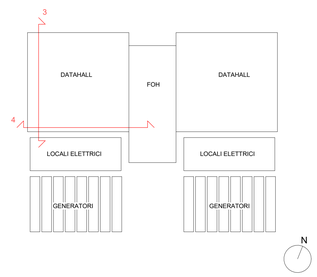


Cella tipologica - Sezione 4

1 : 100



KEY PLAN
Navigatore



GC shall install the MEP services ensuring a free area for the potential future installation of sprinkler heads and to access to the fire detectors on the ceiling.

OWNER:
Proprietario:

EQUINIX

EQUINIX HYPERSCALE 2 (ML10) S.r.l., Castelletto
20019, Metropolitan City of Milan, Milan 20019, Italy

DO NOT SCALE FROM THIS DRAWING. ALL DIMENSIONS / INFORMATION CONTAINED IN THIS DRAWING IS FOR GUIDANCE AND THE RESPONSIBILITY OF THE CONSULTANT / CONTRACTOR TO CONFIRM, PERFORM ANY CALCULATIONS AND FIELD VERIFY CONDITIONS ON SITE PRIOR TO COMMENCEMENT OF ANY WORK OR THE PRODUCTION OF ANY SHOP DRAWINGS. ALL DISCREPANCIES TO BE REPORTED TO THE DRAWINGS CONTENT ORIGINATOR. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH ALL RELATED CONSULTANT 'S / CONTRACTOR DRAWINGS AND ANY OTHER RELEVANT INFORMATION.

Non scalare da questo elaborato. Tutte le dimensioni/informazioni contenute in questo elaborato sono di carattere indicativo ed è responsabilità del consulente/appaltatore confermare, eseguire qualsiasi calcolo e verificare in cantiere le condizioni prima dell'inizio di qualsiasi lavoro o della produzione di qualsiasi elaborato costruttivo. Tutte le discrepanze devono essere segnalate all'autore degli elaborati. Questo elaborato deve essere letto insieme a tutti i documenti correlati del consulente/appaltatore e a qualsiasi altra informazione pertinente.

CONTENT ORIGINATOR:
Autore:

Deerns

milano@deerns.com
www.deerns.it

Registered Company Address
Via Monterosa, 91
20149 Milano, Italia

THIS DRAWING IS THE COPYRIGHT OF DEERNS ITALIA SPA.
Il presente disegno è copyright di Deerns Italia Spa.

DISCIPLINE ORIGINATOR:
Autore:

WBS

ORIGINATOR DISCIPLINE:
Disciplina:

info@wbs.srl

Registered Company Address
Corso di Porta Romana, 6
20122 Milano, Italia

REV	DATE	PURPOSE OF ISSUE	DWN	CHK	APP
R02	31-07-2026	Post ITR Review	DVA	LVS	LVR
R01	03-07-2026	2 – Concept Design	DVA	LVS	LVR
REV	DATA	Finalita' della consegna	CREA	REV	APR

PROJECT:
Progetto:

ML10x

Via Marisa Bellisario s.n.c.
Settimo Milanese, 20019
MILANO (Italia)

STATUS: S2

DRAWING TITLE:
Titolo Elaborato:

ML10X CELLA TIPOLOGICA - SEZIONI

PROJECT NUMBER:
Numero Progetto:
ML10x

SHEET NUMBER:
Numero Elaborato:
A-304

SCALE:
Scala:
1 : 100

PAPER SIZE:
Formato:
A0

DATE:
Data:
31-07-2026

PURPOSE OF ISSUE:
Finalità della consegna:
Post ITR Review

REVISION:
Revisione:
R02

DOCUMENT REFERENCE:
Documento di riferimento:
ML10x-DR-A-304-XX-DC-XXXX- WBS

© Equinix Hyperscale 2 (ML10) S.r.l.

A — ADDENDUM ALLA RELAZIONE FLORO-FAUNISTICA — COMPONENTE RADIAZIONI OTTICHE

ALLEGATO A

Addendum alla Relazione Floro-faunistica: recepimento degli esiti dello Studio

Componente radiazioni ottiche · Data Center ML10x, Settimo Milanese (MI) · Procedura VIA — osservazione n. 96

Questo addendum integra nella Relazione Floro-faunistica, per la sola componente radiazioni ottiche, le misure con cui il progetto illuminotecnico previene e riduce gli effetti dell'illuminazione artificiale sulla fauna notturna. La caratterizzazione ecologica e la titolarità dell'elaborato restano dell'estensore ecologico, al quale questi elementi sono sottoposti per il recepimento.

AGGIORNAMENTO NORMATIVO

La Relazione richiama la L.R. 17/2000, oggi superata. Il riferimento regionale vigente in materia di inquinamento luminoso è la L.R. 31/2015, con la UNI 10819:2021. L'impegno, già presente nella Relazione, a sorgenti non superiori a 3000 K in fase di cantiere resta valido e coerente con le misure che seguono.

MISURE PER GRUPPO FAUNISTICO

Chirotteri pipistrelli

Nessuna luce diretta né abbagliamento sui rifugi e sulle vie di involo: qui si evita, non si mitiga. Sugli elementi lineari di connessione — filari, siepi, rogge, margini — l'illuminamento aggiunto resta entro 0,5 lx; dove non è possibile, si mantiene una fascia buia di almeno 25 metri tra le sorgenti e questi elementi. Le sorgenti sono calde, con emissione oltre 550 nm e prive di ultravioletto. Nessuna luce oltre il piano dell'orizzonte. Le aree di manovra restano normalmente spente o al minimo, accese solo alla presenza. Nessuna illuminazione diretta su rogge e fontanili.

≤ 0,5 LX SUGLI ELEMENTI LINEARI · FASCIA BUIA ≥ 25 M · ≤ 2700 K · RUL 0% · SENZA UV

Avifauna uccelli

La copertura resta senza illuminazione permanente. Sono vietati i fasci verso l'alto, l'illuminazione di facciata e i fari roteanti. Nelle ore notturne la luce che filtra dalle vetrate è spenta o controllata. Sui fronti che guardano la vegetazione e le rotte di spostamento si adottano vetrate bird-friendly. Nelle finestre migratorie la riduzione notturna è anticipata e rafforzata, con spegnimento esteso in caso di maltempo. Eventuali luci di segnalazione ostacoli, se richieste, sono intermittenti e non fisse.

COPERTURA SPENTA · NESSUN FASCIO VERSO L'ALTO · VETRATE BIRD-FRIENDLY · SPEGNIMENTO MIGRATORIO

Lepidotteri ed entomofauna farfalle notturne e insetti

Nessuna luce diretta sulle superfici d'acqua e sulle fasce spondali, dove la vita degli insetti si concentra. La luce calda e priva di ultravioletto riduce l'attrazione; le fasce buie e lo spegnimento notturno limitano l'esposizione.

NESSUNA LUCE SULL'ACQUA · ≤ 2700 K · SENZA UV · FASCE BUIE

MONITORAGGIO E COMPENSAZIONI

Il monitoraggio ecologico e le eventuali misure di compensazione — bat box, ricoveri per l'avifauna e per gli insetti, qualificazione delle fasce non illuminate — sono coordinati con l'estensore ecologico attraverso questo addendum e definiti, ove necessari, in fase attuativa.

PERIMETRO E TITOLARITÀ

Questi elementi riguardano la sola componente radiazioni ottiche. L'individuazione delle specie, la caratterizzazione ecologica e la definizione delle compensazioni competono all'estensore ecologico; lo scrivente li sottopone per il recepimento, nel rispetto della titolarità dell'elaborato originario.

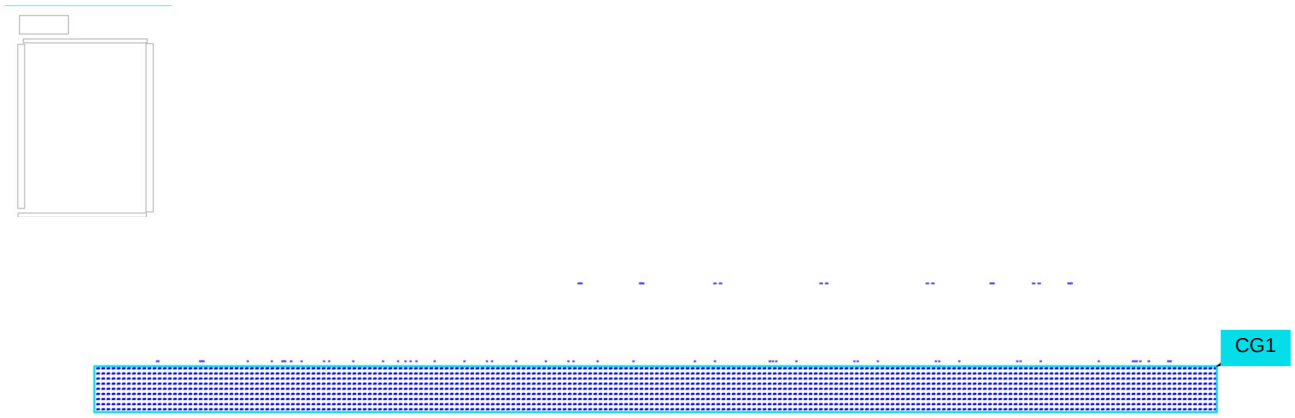
Trattazione estesa e verifiche quantitative → Studio di Impatto Luminoso, Cap. 10

CG1 — CORRIDOIO ECOLOGICO — CONFINE NORD

DIALux

Default (Scena luce 1)

Corridoio ecologico - confine Nord



Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Corridoio ecologico - confine Nord Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	0.00 lx	0.00 lx	0.00 lx	-	-	CG1

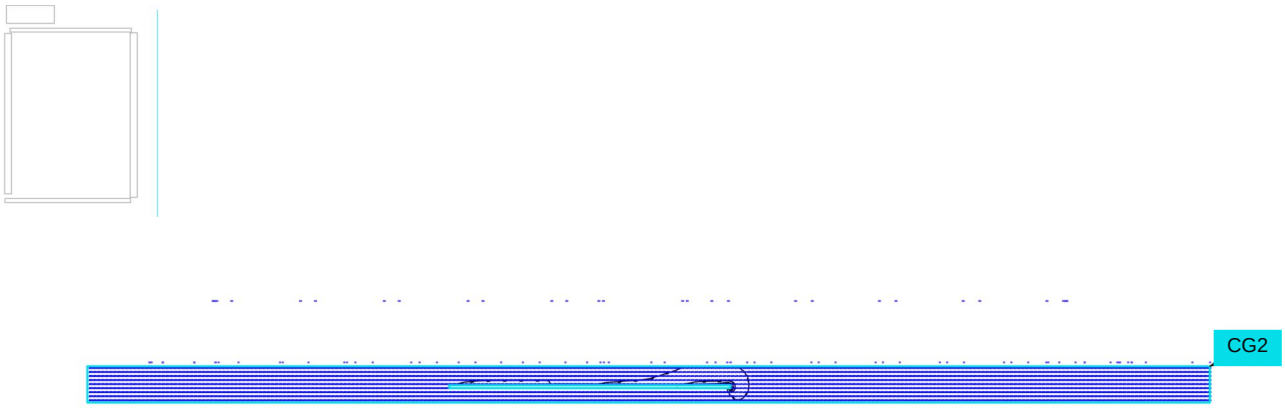
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

CG2 — CORRIDOIO ECOLOGICO — CONFINE EST

DIALux

Default (Scena luce 1)

Corridoio ecologico - confine Est



Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Corridoio ecologico - confine Est Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	0.001 lx	0.00 lx	0.086 lx	-	0.00	CG2

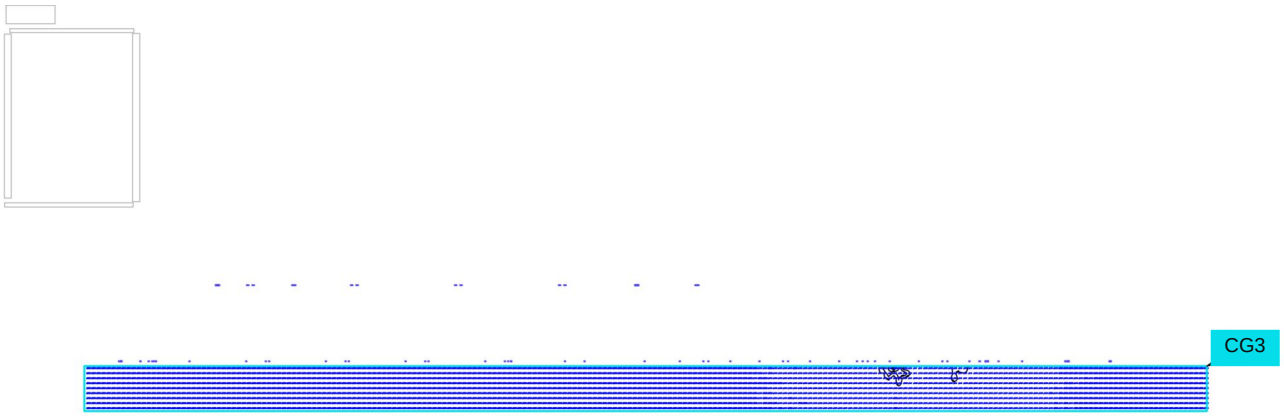
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

CG3 — CORRIDOIO ECOLOGICO — CONFINE SUD

DIALux

Default (Scena luce 1)

Corridoio ecologico - confine Sud



Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Corridoio ecologico - confine Sud Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	0.010 lx	0.00 lx	1.76 lx	0.00	0.00	CG3

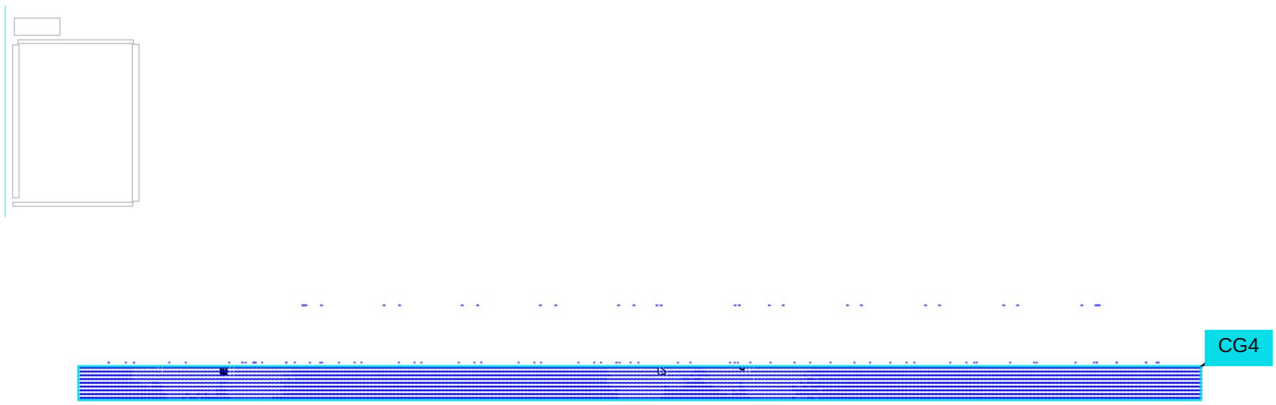
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

CG4 — CORRIDOIO ECOLOGICO — CONFINE OVEST

DIALux

Default (Scena luce 1)

Corridoio ecologico - confine Ovest



Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Corridoio ecologico - confine Ovest Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	0.007 lx	0.00 lx	3.62 lx	-	0.00	CG4

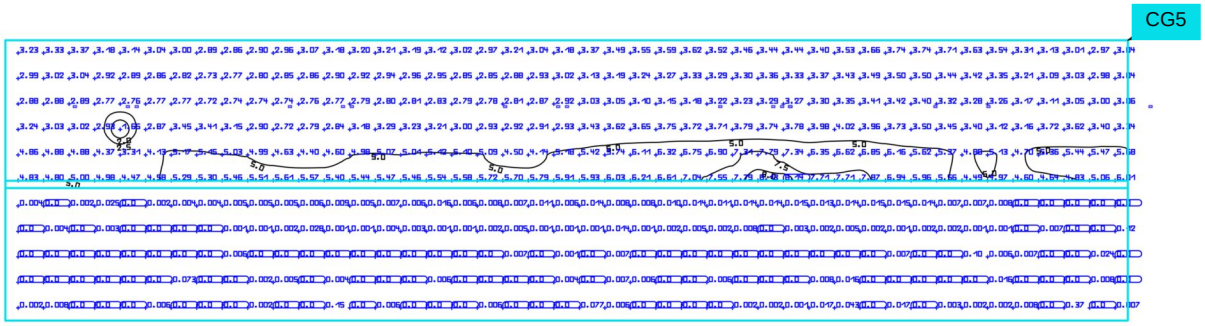
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

CG5 — ILLUMINAMENTO VERTICALE DI FACCIATA — FRONTE EST

DIALux

Default (Scena luce 1)

Illuminamento verticale di facciata - fronte Est



Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Illuminamento verticale di facciata - fronte Est Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	2.18 lx	0.000 lx	8.14 lx	0.00	0.00	CG5

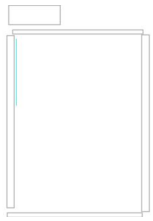
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

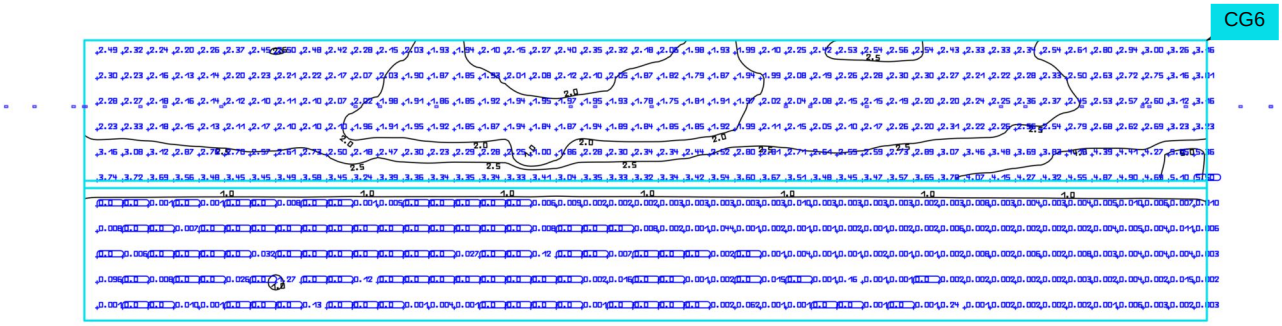
CG6 — ILLUMINAMENTO VERTICALE DI FACCIATA — FRONTE NORD

DIALux

Default (Scena luce 1)

Illuminamento verticale di facciata - fronte Nord





Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Illuminamento verticale di facciata - fronte Nord Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	1.42 lx	0.000 lx	5.50 lx	0.00	0.00	CG6

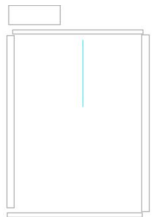
Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))

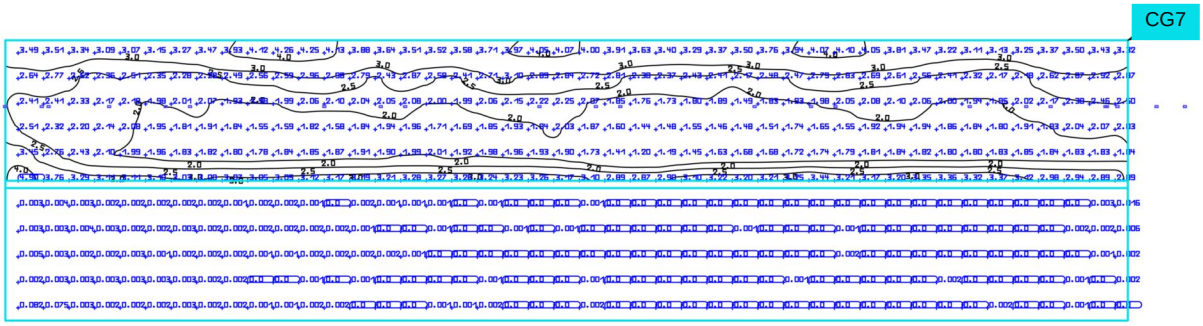
CG7 — ILLUMINAMENTO VERTICALE DI FACCIATA — FRONTE SUD

DIALux

Default (Scena luce 1)

Illuminamento verticale di facciata - fronte Sud





Proprietà	Ē	$E_{min.}$	E_{max}	U_o (g_1)	g_2	Indice
Illuminamento verticale di facciata - fronte Sud Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m	1.38 lx	0.000 lx	4.90 lx	0.00	0.00	CG7

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux (5.1.4 Standard (area di transito all'aperto))